

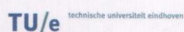
# Bruggen tussen VO en universiteiten

ONDER REDACTIE VAN JAN MARIJNISSEN



















# Bruggen tussen VO en universiteiten

## Colofon

Bruggen tussen VO en universiteiten

REDACTIE Jan Marijnissen

OMSLAGONTWERP De Vormers, Utrecht

VORMGEVING Tonny Teuwisse

PRODUCTIE drukwerkbegeleiding, -bemiddeling: Radboud Universiteit Nijmegen / UMC St Radboud Universitair Facilitair Bedrijf / Commerciële Zaken

VOORWOORD André Loos en Ed d'Hondt

Hoofdstuk 1 Radboud Universiteit Nijmegen
Eindverantwoordelijk: Jan Marijnissen, Cor Bakker en Felix Metselaar
Fotografie: Dick van Aalst

Hoofdstuk 2 Technische Universiteit Eindhoven
Eindverantwoordelijk: Conrad Suos
Fotografie: Bart van Overbeeke, Rob Stork

Hoofdstuk 3 Universiteit Twente
Eindverantwoordelijk: Marije Florijn

Hoofdstuk 4 Wageningen Universiteit en Research
Eindverantwoordelijk: Kees Breg

Hoofdstuk 5 Universiteit van Amsterdam
Eindverantwoordelijk: Pascalle Nukoop

Hoofdstuk 6 Rijksuniversiteit Groningen
Eindverantwoordelijk: Bart van der Laar en Alex van den Berg

Hoofdstuk 7 Vrije Universiteit Amsterdam
Eindverantwoordelijk: Annemiek Staarman

Verder een speciaal woord van dank aan alle leerlingen en docenten uit het voortgezet onderwijs die een bijdrage aan dit boek hebben geleverd. Het zijn vooral hun bijdragen die dit boek een sprankelende afspiegeling maken van alle activiteiten waarin het voortgezet onderwijs en de universiteiten samenwerken.

PROJECTLEIDER STIMULERINGSBIJDRAGEN VAN STICHTING WETEN Laura Roebroeck

Dit is een uitgave van Stichting Weten, VSNU en Radboud Universiteit Nijmegen

ISBN 90-810040-1-8

# Inhoud



Radboud Universiteit Nijmegen






TU/e technische universiteit eindhoven





Universiteit Twente

*de ondernemende universiteit*








UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM



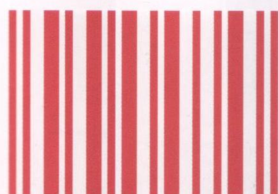


RuG





*vrije* Universiteit *amsterdam*



vsnu
vereniging van universiteiten
association of universities
THE NETHERLANDS




# Voorwoord





Alle Nederlandse universiteiten hebben in de afgelopen jaren steeds meer toenadering gezocht tot leerlingen en docenten in het voortgezet onderwijs. In dit kader zijn verschillende nieuwe projecten gestart, met namen als "doorlopende leerwegen", "verbetering aansluiting" en "docenten-uitwisseling". Uit deze namen blijkt al dat zowel universiteiten als middelbare scholen baat hebben bij zulke projecten. Leerlingen uit het voortgezet onderwijs komen in contact met wetenschappers en krijgen een beter beeld van werk- en studiemogelijkheden en het fenomeen 'studeren'. Wetenschappers krijgen een helder beeld van wat er leeft binnen het voortgezet onderwijs, stemmen hun onderwijs af op die kennis en vaardigheden en bieden hun vakcollega's in het voortgezet onderwijs actuele academische inspiratie.

In 2003-2004 kon de samenwerking tussen scholen voor het voortgezet onderwijs en universiteiten zeker nog een impuls gebruiken. Daarom hebben de Stichting Weten en de Vereniging Nederlandse Universiteiten (VSNU) in dat studiejaar een stimuleringsregeling in het leven geroepen. Zeven van de acht universiteiten die van deze regeling gebruik hebben gemaakt, presenteren (een deel van) hun resultaten in dit boek.

Eén van de doelstellingen van de stimuleringsregeling is het structureel verbeteren van de contacten tussen scholen voor voortgezet onderwijs en de universiteiten. Na afloop van de diverse projecten mag worden vastgesteld dat dit in bijna alle gevallen is gelukt. Alle universiteiten hebben hierbij voortgebouwd op bestaande aansluitingsnetwerken. Hierdoor is de continuïteit van de samenwerkingsrelaties na afloop van de stimuleringsregeling gewaarborgd.

Wel moet geconstateerd worden dat de projecten die met behulp van de stimuleringsregeling zijn uitgevoerd voornamelijk bètaprojecten zijn, met als enige uitzondering een economieproject. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de klassieke bètastudies te kampen hebben met een dalende instroom; een trend die de universiteiten

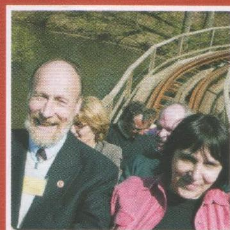


met allerlei inspanningen trachten om te buigen. U mag dit boek zien als een etalage. Zeven universiteiten laten zien hoe zij hun relatie met het voortgezet onderwijs vorm geven. Mooie, originele en succesvolle projecten waarbij leerlingen enthousiast worden gemaakt voor exacte vakken en gestimuleerd worden hierin uit te blinken. En waarin universitair docenten en docenten uit het voortgezet onderwijs kennis, motivatie en plezier in hun vak delen. Bij een deel van de projecten kunt u zich nu nog steeds aansluiten. Wij wensen u veel lees- en kijkplezier met "Bruggen tussen VO en universiteiten".

Ed d'Hondt (VSNU)
André Loos (Stichting Weten)








# Hoofdstuk 1



Radboud Universiteit Nijmegen

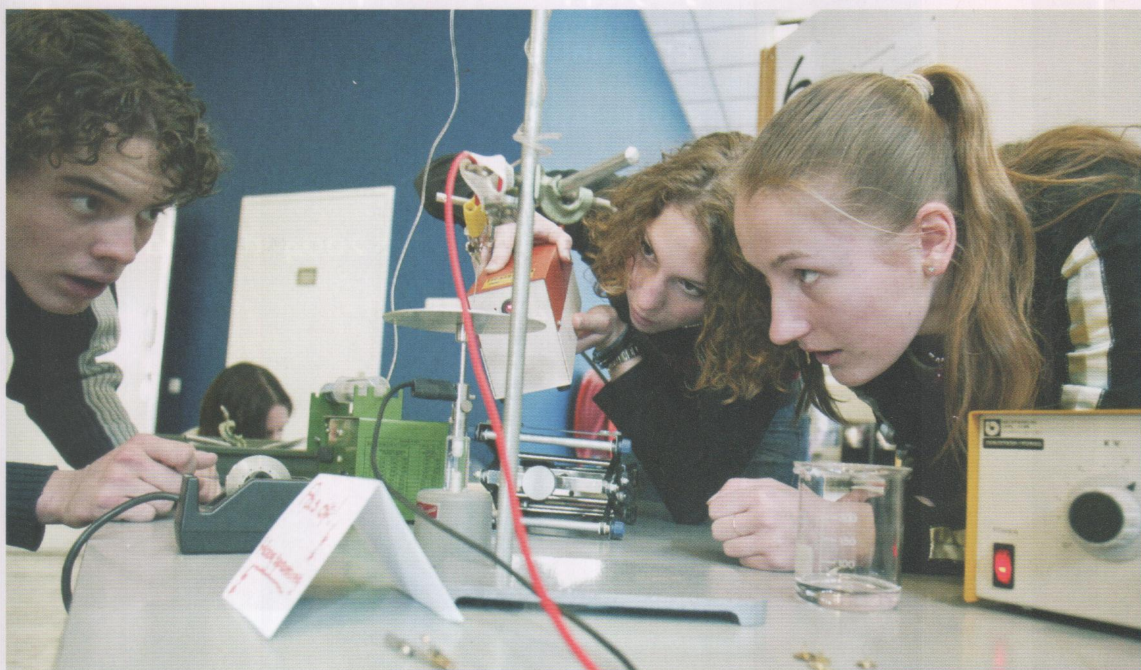
IN DEI NOMINE FELICITER

# Het Exo-steunpunt

**Het exo-steunpunt beantwoordt vragen van leerlingen over profielwerkstukken binnen de exacte vakken. Daarnaast organiseert het exo-steunpunt jaarlijks de Van Melsen Prijs en verzorgt het namens de RU Nijmegen deelname aan de "International Conference for Young Scientists" (ICYS). In april 2004 is deze ICYS voor de tweede keer in Nijmegen georganiseerd. In 2006 wordt de ICYS in Duitsland georganiseerd.**

De Van Melsen Prijs is een profielwerkstukken wedstrijd door de Radboud Universiteit Nijmegen ingesteld om de belangstelling van leerlingen voor de natuurwetenschappen te verhogen en om leerlingen te stimuleren erin uit te blinken.
De prijs wordt jaarlijks uitgereikt, tegenwoordig aan leerlingen met het beste profielwerkstuk in één of meerdere exacte vakken. De prijs werd in 2004 voor de twaalfde keer toegekend. Ook in 2005 zijn de prijzen weer toegekend, voor 2006 is de deelname nu open. De prijswinnaars worden hier voorgesteld aan de hand van hun profielwerkstukken. Daarna volgen we deze leerlingen tijdens hun deelname aan de ICYS.

*www.ru.nl/exo*



*Concentratie bij Mirte de Maaré (rechts)(Jan van Brabant College) bij het creëren van een electrospray. Bij een electrospray wordt met behulp van een elektrische lading vloeistof in zeer kleine partikels verdeeld. Dit is nuttig om bijvoorbeeld medicijnen tegen astma toe te dienen*



# Beekvliet:

# schoon of niet?!

***Eerste prijs: Van Melsen Prijs***

***Leerlingen: Moniek van der Heijden en Steffy Jansen***

***Docent: Gerard van Boekholt***

***School: Gymnasium Beekvliet, Sint Michielsgestel***

## Inleiding

We wilden iets met dieren, dat werden uiteindelijk bacteriën omdat die eenvoudig te hanteren zijn. Een paar klodders aangekoekte melk boven twee klapdeuren brachten ons op het idee het te combineren met het schoonmaken op onze school. Worden de bacteriën wel echt verwijderd met het schoonmaken?

## Vraagstelling

Heeft de schoonmaak op Gymnasium Beekvliet enig effect op de aanwezigheid van de bacteriën die we op onze school aantreffen?

## Hypothese

De schoonmaak op Beekvliet gebruikt de juiste schoonmaakmiddelen en technieken om onze school steeds bacterievrij te maken.

## Theorie

Bacteriën zijn kleine, relatief eenvoudige, eencellige micro-organismen. Het zijn zogenaamde *prokaryote* cellen, dat wil zeggen dat het erfelijk materiaal niet omgeven wordt door een dubbel membraan, en dat mitochondriën en het endoplasmatisch reticulum ontbreken.

Bacteriën hebben naast het celmembraan ook een starre celwand, die verschilt van de celwand van andere cellen. De celwand van een bacterie is namelijk opgebouwd uit cellulose, maar bestaat voornamelijk uit peptidoglycaan. Peptidoglycaan is een netwerk van zeer grote moleculen die de gehele cel omgeven, en ook de vorm van de cel bepalen. Het is samengesteld uit lange ketens van polysachariden die met elkaar verbonden zijn door korte peptideketens.

## Materiaal en methode

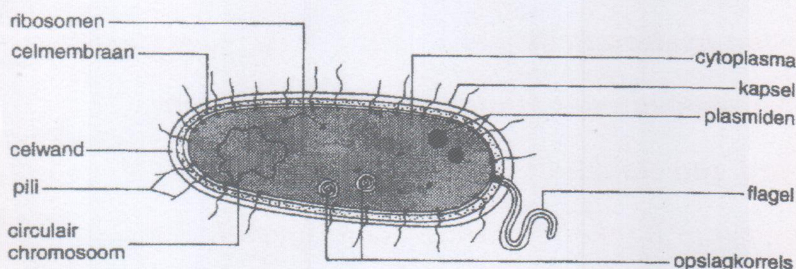
Met behulp van wattenstaafjes worden op strategische plekken monsters genomen. (Figuur 2)

De bacteriën worden gekweekt op agarbodems, er worden reincultures gekweekt, om vervolgens met de technieken van gramkleuring en de zogenaamde "bonte rij" kleuring te kunnen worden gedetermineerd.

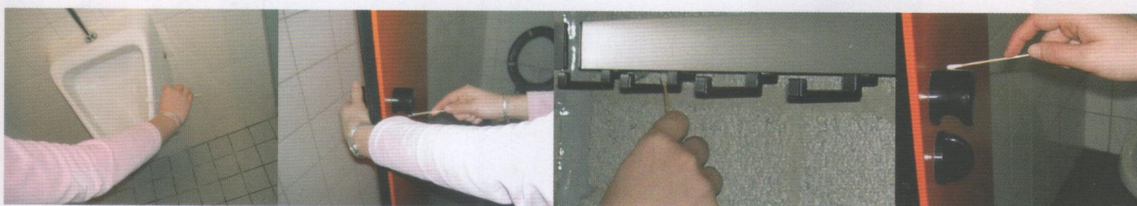
Om te onderzoeken of de schoonmaakmiddelen werken worden in schoonmaakmiddel gedrenkte rondjes van filtreerpapier op agarbodems met een grote bacteriekolonie gelegd. (Figuur 3)

Er worden opnieuw monsters op alle strategische plekken genomen na de schoonmaak.

Na de schoonmaak worden E. coli, Staphylococcus aureus en urineresten nog steeds op diverse plaatsen aangetroffen.




*Figuur 1: Een bacterie*



*Figuur 2: Het nemen van de bacteriemonsters*

## Resultaten

| Nummer Bacterie | Gram kleuring | Grondvorm | Ligging | Soort bacterie |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Gram - | staaf | los | **E. coli** |
| 2 | Gram + | staaf | los | **Grondbacterie** |
| 3 | Gram + | coc | mengsel | **Micrococcus luteus** |
| 4 | Gram - | staaf | los | **E. coli** |
| 5 | Gram + | coc | staphylococ | **Staphylococcus aureus** |
| 6 | Gram + | coc | tetracoc | **Micrococcus luteus** |
| 7 | Gram + | coc | staphylococ | **Staphylococcus aureus** |
| 8 | Gram + | coc | (niet duidelijk) | **Staphylococcus aureus** |
| 9 | Gram + | staaf | ketenvorm | **Bacillus** |
| 10 | Gram + | staaf | los | **Grondbacterie** |
| 11 | Gram + | coc | duplococ | **Staphylococcus aureus** |
| 12 | Gram + | coc | staphylococ | **S. epidermidis** |
| 13 | Gram + | coc | staphylococ | **?** |
| 14 | Gram + | staafjes (gist) | n.v.t. | **Gist** |

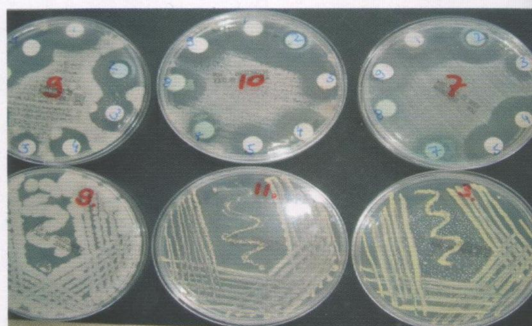
*Tabel 1: Overzicht van de gedetermineerde bacteriën*

## Conclusie

Het schoonmaken op Beekvliet heeft niet op alle bacteriën en urineresten effect.

## Discussie

Wij hebben aangetoond dat alle schoonmaakmiddelen effectief zijn. Het feit dat er nog bacteriën en ander vuil werd gevonden ligt waarschijnlijk aan de manier van schoonmaken. Zo is tijdens het schoonmaken geconstateerd dat voor verschillende oppervlakken hetzelfde doekje werd gebruikt, zonder dit uit te spoelen (toiletten en vloer werden met hetzelfde doekje schoongemaakt). We stellen voor dat de manier van schoonmaken op onze school geëvalueerd wordt met de resultaten uit ons onderzoek.




*Figuur 3: De effecten van de schoonmaakmiddelen op de bacteriekolonies zijn duidelijk waar te nemen*

# Juryrapport eerste prijs



*Steffie en Moniek nemen onder grote belangstelling hun eerste prijs in ontvangst*

Moniek en Steffie kiezen een concreet onderwerp uit de microbiologie. Een duidelijke toegepaste onderzoeksvraag: is Beekvliet schoon of niet, geen gratuite beweringen maar nauwkeurige experimenten en harde maar goed gefundeerde conclusies. De jury merkt op:
Microbiologische vraagstellingen en technieken vormen geen vast onderdeel van het biologie curriculum op de middelbare school. Daar is ook een goede reden voor: om goed microbiologisch onderzoek te kunnen doen is een grote technische vaardigheid vereist met name op het vlak van steriel werken.
De scherpe logica in het ontleden van de vraagstelling en met name het opsplitsen ervan in logisch op elkaar volgende haalbare deelvragen, ieder met een eigen aanpak: Wat zijn bacteriën? Hoe bemonster je deze onzichtbare organismen? Hoe maak je reinculturen van je monsters? Hoe breng je deze reinculturen op naam? Wat zijn de kenmerken van de benoemde soorten? Hoe reageren de benoemde soorten op experimentele veranderingen in hun leefmilieu, in casu op schoonmaakmiddelen? Tot slot wat leert ons dat over de kernvraag: Beekvliet schoon of niet?
Met de dodelijke precisie van juridisch sluitend forensisch onderzoek wordt uiteindelijk de conclusie getrokken: de middelen om goed schoon te maken zijn op Beekvliet echt aanwezig; ze moeten gewoon op een betere manier gebruikt worden. Dat kan de schoolleiding en de schoonmaakdienst in zijn zak steken.

Van harte proficiat met deze welverdiende eerste prijs!

Prof. dr. Jan van Groenendael
Juryvoorzitter Van Melsen Prijs



# De Marconi-zender en ontvanger

***Tweede prijs: Van Melsen Prijs***

***Leerlingen: Matthijs Moed en Bart de Wild***

***Docent: Hai Verstappen***

***School: Over Betuwe College, Bemmel***

## Inleiding

Als N & T studenten wilden wij iets met de exacte vakken. Natuurkunde leek ons het leukst omdat het de meest elementaire verschijnselen beschrijft en omdat door zijn simpelheid een relatief eenvoudig experiment kan worden uitgevoerd. Bart wilde iets met signaaltransmissie via de lucht en dat sprak Matthijs erg aan. Bart werkt met draadloos internet en zo kwamen we op zenders en ontvangers. Toen we hoorden over Marconi, wilden we in zijn voetsporen een zender en ontvanger bouwen. Een echte Marconi-zender kan radiogolven over duizenden kilometers verplaatsen Bovendien konden we hulp krijgen van de RU Nijmegen.

## Vraagstelling

Kunnen we een Marconi-zender en ontvanger bouwen en welke metingen kunnen we doen aan het elektromagnetisch veld met deze door ons zelf gebouwde zender en ontvanger?

## Hypothese

Wij denken dat we aan de hand van de door ons gevonden bouwtekeningen zelf een Marconi-zender en ontvanger kunnen bouwen.

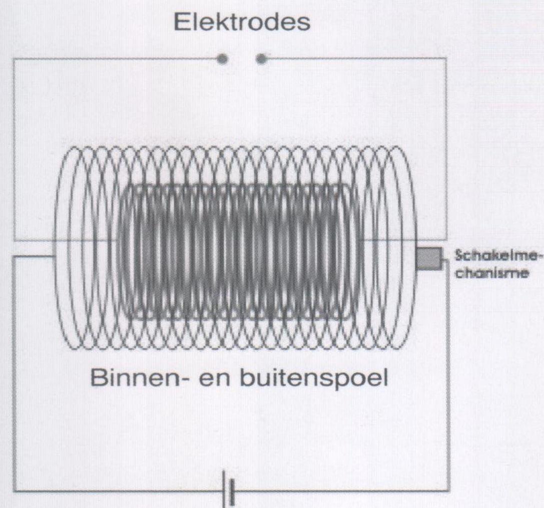
## Theorie

### De Marconi-zender

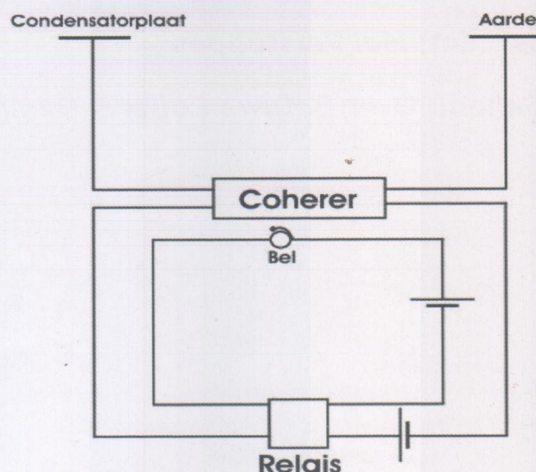
De zender bestaat uit een bobine (binnen- en buitenspoel), 2 elektrodes en een gelijkspanningsbron van 6 V op de buitenspoel. De bobine levert een hoge inductiespanning via de binnenste spoel op de elektrodes. De binnenspoel trekt het palletje (zie figuur 1) met een bepaalde frequentie aan. Zo kunnen korte en lange pulsjes worden gemaakt: de morse code. De elektrodes gaan vonken. De versnellende en vertragende ionen en elektronen tussen de elektrodes geven hun energie af in de vorm van elektromagnetische straling: de radiogolven. De binnenspoel van de bobine met de daarop aangesloten elektrodes is een trillingskring en werkt als zender. Zie figuur 1. Een open of een gesloten condensator kan het elektromagnetisch veld versterken. Er zijn metingen gedaan met een open en met een gesloten condensator.

### De Marconi-ontvanger

De ontvanger bestaat uit 2 condensatorplaten (antenne), een coherer en 2 stroomkringen. De binnenste stroomkring is pas gesloten als het relais ingeschakeld wordt. Dit relais schakelt als er in de buitenste kring een stroom loopt. De buitenste kring wordt op zijn beurt weer onderbroken door de coherer. Zie figuur 2. De coherer (buisje met 2 elektrodes met daartussen ijzervijlsel) heeft een hoge weerstand en de elektromagnetische golven zorgen voor kleine laspuntjes en verlagen de weerstand van de coherer. Er gaat een stroom lopen en het relais sluit de binnenste stroomkring. De bel rinkelt. De huisbel heeft een dubbelfunctie: het terugkeren van de morse code en tikken tegen de coherer, zodat de laspuntjes verbroken worden en de weerstand van de




*Figuur 1: De zender: bobine, palletje en 2 elektrodes*

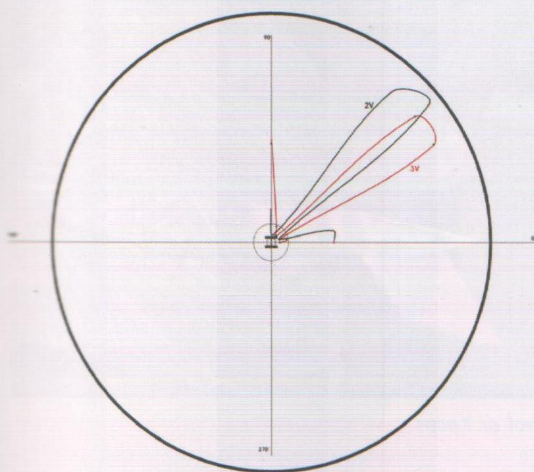



*Figuur 2: De ontvanger*

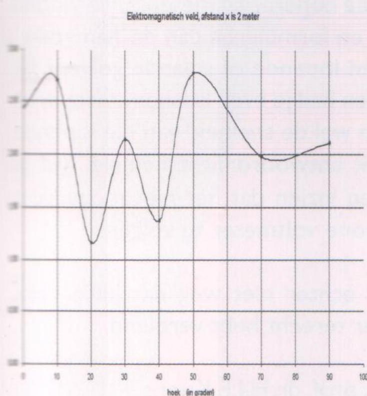
coherer weer hoog wordt. Dit is het basisprincipe van informatie overseinen.

## Materiaal en methode

Nu we weten dat de zender en de ontvanger werken, gaan we bepalen hoe ver onze radiogolven dragen. Omdat koper de stroom beter geleidt dan ijzer proberen we of een coherer met kopervijlsel beter werkt dan één gevuld met ijzervijlsel. Door de spanning van de ontvanger te meten op verschillende afstanden van de zender met de open en de gesloten condensator onder verschillende hoeken wordt een iso-kaart opgesteld. In een 2D-assenstelsel ontstaat een iso-kaart van 2-volt en 3-volt lijnen. Zie figuur 3.




*Figuur 3: Isokaart gesloten condensator met de rode lijn (onder) van 3 V en de zwarte lijn van 2 V*




*Tabel 1: EM-veld op 2 m*

## Conclusie

- Een coherer met ijzervijlsel is gevoeliger dan een coherer met kopervijlsel, een zeer verrassende uitkomst, waarvoor wij geen verklaring hebben.
- De radiogolven dragen maximaal ongeveer 12 meter.
- Een extra condensator (open of gesloten) aangesloten op de zender geeft een sterker elektromagnetisch veld.
- De iso-lijnen van de zender met een open condensator liggen dichter bij de zender, ofwel bij een open condensator dragen de radiogolven minder ver.
- Bij de gesloten condensator liggen de rode en zwarte iso-lijnen afwisselend naast elkaar. Dit wijst op een golfpatroon. Zie tabel 1 en 2.

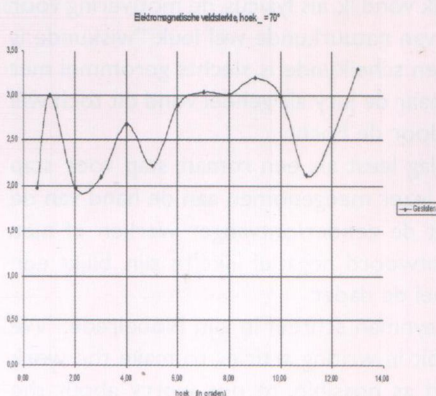
Het elektromagnetisch veld bestaat uit staande golven. De iso-lijn verschuift niet als er tegen de coherer getikt wordt en dat wijst op een staande golf.

## Discussie

Het is uitdagend om zelf apparaten te maken en daarmee te meten.

Er kan vervolgonderzoek gedaan worden naar:

- de reproduceerbaarheid van de metingen van de gevoeligheid van de coherer
- de vorm en de symmetrie van het veld
- nieuwe metingen met de open condensator
- de eigenschappen van het veld bij gebruik van andere condensatoren
- het minimale veld bij de coherer, voordat de weerstand verlaagd wordt
- de rol die de vorm van de meetruimte speelt op het golfpatroon.




*Tabel 2: EM-veld* $\alpha$ *= 70°*

# Juryrapport tweede prijs



*Bart en Matthijs krijgen hun welverdiende tweede prijs van fysicus prof. dr. Knops*

De jury was niet alleen onder de indruk van jullie onderwerp: het bouwen van een eigen radio ontvanger, het profiel werkstuk van Bart de Wild en Matthijs Moed. Maar vooral ook van de hoeveelheid eigen werk, zoals het bouwen van de coherer en de condensator platen.

Persoonlijk vond ik, als fysicus, de motivering voor de keuze van natuurkunde wel leuk: "wiskunde is te droog en scheikunde is slechts gerommel met stofjes", maar de jury als geheel vond dit toch wel erg kort door de bocht.

Jullie verslag leest als een roman, stap voor stap wordt de lezer meegenomen aan de hand van de vraag: gaat de zender/ontvanger werken of niet. Als het antwoord negatief lijkt te zijn, blijkt een defecte bel de dader.

Richard Feynman schreef in zijn Nobelrede: "We have a habit in writing articles to make the work as finished as possible, to not worry about the blind alleys. So there is no place to publish, in a dignified manner, what you actually did to get the work done".

Het profielwerkstuk blijkt dus een gunstige uitzondering op deze regel.

De jury heeft ook veel waardering voor jullie poging om het intensiteitspatroon van de straling met behulp van de coherer te meten. Jullie vinden een golfpatroon en formuleren dan de 'hamvraag': is hier sprake van lopende of staande golven? Bij het beantwoorden had je even kunnen stilstaan bij de vraag wat dan wel de snelheid van die lopende golf zou zijn. Het antwoord: lichtsnelheid, had je dan meteen doen inzien dat het niet mogelijk is dit met een gewone voltmeter te volgen.

Dit alles neemt echter niet weg dat jullie deze tweede prijs zeer terecht hebt verdiend.

Namens de jury: prof. dr. H.J.F. Knops
Jurylid natuurkunde Van Melsen Prijs



# Ertsanalyse

***Gedeelde derde prijs: Van Melsen Prijs***

***Leerlingen: Rik Sturmans, Luc Peulen en Job Ridderbecks***

***Docent: Mathijs Kuppers***

***School: Bischoppelijk College Echt, Echt***

## Inleiding

In het Belgisch-Nederlandse grensgebied heeft rond het dorpje Kelmis in de afgelopen eeuwen een mijnbouwgebied gelegen waar zink en lood werden gedolven. Het was in die tijd dagbouw wat uit oude geschriften over die streek is gebleken. Behalve de dagbouw bleek er ook een fabriek aanwezig te zijn waar men het zinkerts in zink heeft omgesmolten. Het afval, dat nog redelijk wat zink bevatte, is gestort in een natuurlijk dal. Uiteindelijk is hierdoor een berg met een vrij bijzondere flora ontstaan, die zich kenmerkte door een grote hoeveelheid, elders zeer zeldzame, zinkviooltjes. Voor ons is dit de aanleiding geweest om te gaan uitzoeken hoeveel zink er nu nog in deze afvalberg aanwezig is.

De groeve is al geopend in de Middeleeuwen en pas 54 jaar geleden gesloten.

## Vraagstelling en hypothese

Hoeveel ton zink is er nog over in de bodem bij Kelmis. Welke 'economische waarde' heeft dit zink nu nog. Ofwel: Hoeveel geld zit er hier in de bodem?

## Theorie

Voor een aantal proefboringen wordt er een virtueel meetraster op de berg gelegd. (Figuur) Na bepaling van het zinkgehalte van deze proefboringen kon het definitieve raster van 20 m bij 20 m over de berg gelegd worden. Metingen worden op verschillende diepten uitgevoerd omdat we willen weten hoe het zink in de berg is verspreid.

Na analyse van al deze metingen is besloten dat we gebruik maken van twee methoden om het gemiddelde zinkgehalte te bepalen. We kiezen voor deze 2 omdat we deze praktisch kunnen uitvoeren en omdat ze elkaar aanvullen.

- Student-T-Toets: deze gaat ervan uit dat de populatie normaal is verdeeld.
- Tekentoets: deze toets is in principe ook geldig voor ieder niet normaal verdeelde populatie.

Bij de Tekentoets wordt naar een mediaanwaarde gezocht, waarbij niet minder dan 10 metingen boven de gezochte mediaanwaarde mogen liggen.

## Materiaal en methode

Uit de metingen van de monsters zijn de zinkgehaltes bepaald. Het zink komt in de monsters voor in de minerale zouten ZnO, $ZnCO_3$ en



*Figuur: Het uitzetten van het virtuele meetraster*

$ZnSiO_3$. Het gehalte werd bepaald aan gedroogde monsters met röntgenfluorescentie, (XRF) op de TU Delft.

Voor de werkelijke situatie is uiteindelijk alleen het stortgewicht belangrijk.

Want: Het gemiddelde stortgewicht x totale volume = Totale massa van de afvalberg

$$\text{Stortgewicht: } \frac{\textit{Massa van de genomen monsters}}{\textit{Volume van deze monsters}}$$

Het vochtgehalte is het percentage vocht in een monster. Om een correcte weergave van het zinkgehalte te krijgen was het dus nodig om de gehaltes die gemeten waren te corrigeren voor het gemiddelde vochtpercentage. Hier geldt de volgende formule:

$$\underset{\text{(nat)}}{\text{Zinkgehalte}} = \frac{100\% - \text{vochtpercentage}}{100\%} \cdot \underset{\textit{(droog)}}{\textit{zinkgehalte}}$$

Er zijn 33 monsters genomen, die door de TU Delft zijn geanalyseerd.

Op de van het gebied gemaakte kaart zijn de boorpunten ingetekend. Per boorpunt is een nummer aangegeven, met daarachter per boordiepte het gemeten gehalte.

## Resultaten

De resultaten van de bepaling van het gehalte zink via de Tekentoets en de Student-T-Toets liggen erg dicht bij elkaar. Wij kiezen als waarde voor het zinkgehalte 2,51%.

We hebben na het verrichten van onze boringen en het laten analyseren van de monsters enkele belangrijke gegevens verkregen, die we nu gebruiken voor ons eindresultaat.

Gemiddelde stortgewicht 1710 kg/$m^3$

Gemiddeld vochtpercentage 25 %

Met behulp van het vochtpercentage kunnen nu de gegevens voor de 'droge' stoffen gecorrigeerd worden in de tabel op de volgende pagina.

| Meetpunt | Diepte boorgat in centimeters | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 | 40 | 30 | 50 | 70 | 75 | 100 | 150 |
| 1 | | | | 4,33% | | | 4,80% | |
| 2 | | | | 2,77% | | | 1,85% | 1,93% |
| 3 | | | | 4,35% | | | | |
| 4 | | | | 1,77% | | | 1,83% | |
| 5 | | | | 1,45% | | | 0,47% | 1,83% |
| 9 | 3,72% | | | | | | | |
| 10 | | 2,15% | | | 1,08% | | | |
| 11 | | | 2,61% | 2,02% | | | | |
| 12 | | | | 2,40% | | | | |
| 13 | | 3,19% | | | | | | 2,51% |
| 15 | | | | 3,17% | | | | |
| 16 | | | | 2,25% | | | | 1,21% |
| 17 | | | | 1,86% | | | 1,95% | |
| 18 | | | | 2,45% | | | | |
| 19 | | | | 2,10% | | | | 1,72% |
| 20 | | | | | | 2,65% | | |

*Tabel: Meetpunten en bijbehorende boorpunten met de diepte waar de monsters zijn genomen en het % Zn*

We bepalen nu de hoeveelheid zink in de afvalberg.

Dit doen we als volgt: we nemen het gemiddelde zinkgehalte, het stortgewicht en de inhoud van de berg. Deze inhoud van de afvalberg en de onderliggende kuil is $28 \cdot 10^4$ m$^3$.

Massa van het geheel: *Volume x Stortgewicht*

Totale hoeveelheid zink: *Massa x zinkgehalte*

## Conclusie

Er is in totaal 478.800 ton restmateriaal aanwezig, 12.017 ton hiervan is Zn. Berekend met de zinkprijs van nu, zit hier nog ruim 13 miljoen dollar in de grond.

## Discussie

Met behulp van chemische bepalingen, statistiek en veel doorzettingsvermogen hebben we kunnen bepalen hoeveel zink er in de afvalberg zit en wat deze zink in principe waard is. Alleen is er een klein probleem: het winnen van deze zink is nog veel duurder. Deze schat zal voorlopig begraven blijven.




*Ertsanalyse bereidt de stand voor op de Radboud Universiteit*




*Belangstelling van het publiek voor ertsanalyse*



*Rik, Job en Luc doen het buffet eer aan*



*Rik, Job en Luc nemen hun derde prijs in ontvangst uit handen van dr. Jan Marijnissen*



# Concentratie nodig?! Maak dan tijd voor een 'goed' ontbijt

***Gedeelde derde prijs: Van Melsen Prijs***

***Leerlingen: Carien Alingh en Chantal Panman***

***Docent: Bert Baas***

***School: Ubbo Emmius, Stadskanaal***

## Inleiding

Je kent de situatie vast wel, het gebeurt iedereen namelijk wel eens: je verslaapt je, en je hebt eigenlijk geen tijd meer om te ontbijten. "Geen probleem," denk je dan, "dan ontbijt ik toch een keertje niet. Die ene keer meer of minder eten maakt ook niets uit." TNO denkt hier anders over: "Uit onderzoek van TNO is gebleken dat 10 tot 15 procent van de energie en alle voedingstoffen die we dagelijks nodig hebben wordt geleverd door het ontbijt." En "Het ontbijt bevordert de leerprestaties van de kinderen."

## Vraagstelling

Welke voedingsstoffen uit het ontbijt hebben de meeste positieve invloed op de concentratie van jongeren in de leeftijdscategorie van 16 t/m 19 jaar, ongeveer 3.5 uur na het nuttigen van het ontbijt?

## Hypothese

Wij verwachten dat een ontbijt met koolhydraten de meest positieve invloed heeft op de concentratie van de jongeren in de leeftijdscategorie van 16 t/m 19 jaar.

## Theorie

Uit het interview met een diëtiste bleek: Een goed ontbijt is een volwaardige en evenwichtige samengestelde maaltijd die 20 tot 25% van de dagelijkse energiebehoefte levert. Als een persoon op een dag 2000 kcal nodig heeft, moet het ontbijt 400 à 500 kcal leveren.

Uit het interview met een psychologe bleek: Of iemand geconcentreerd is, is onder andere afhankelijk van een aantal fysieke en psychologische factoren (bijv. respectievelijk vermoeidheid en zorgen). De mate waarin je je kunt concentreren is echter ook afhankelijk van hoe je hersenen functioneren. De hersenen functioneren op glucose als energiebron. Om de hersenen goed te laten functioneren is het dus nodig dat er voldoende glucose aanwezig is.

## Materiaal en methode

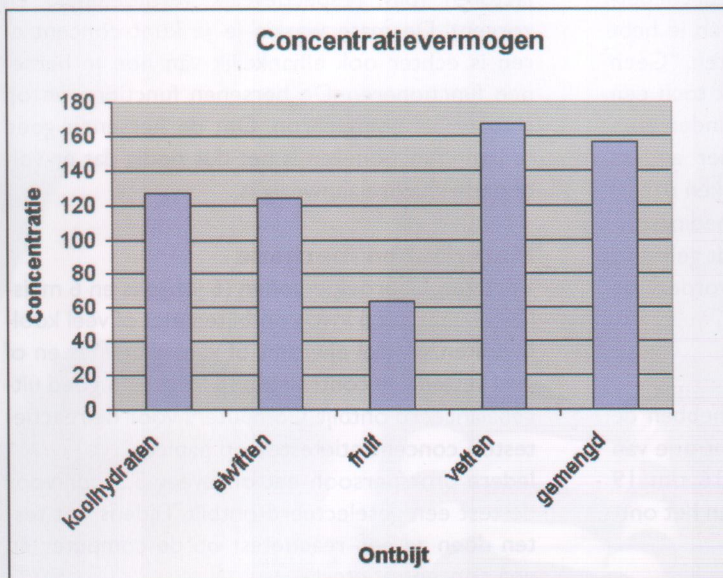
We laten 12 proefpersonen (6 jongens en 6 meisjes, allemaal uit 6 vwo), ontbijten met of veel koolhydraten, of veel eiwitten, of veel vitamines en of veel vetten. De controlegroep krijgt een goed uitgebalanceerd ontbijt. Computers voor de reactietesten, concentratietesten op papier.

Iedere proefpersoon eet ongeveer 3,5 uur voor de test een geselecteerd ontbijt. Tijdens het testen doen ze een reactietest op de computer en een concentratietest.

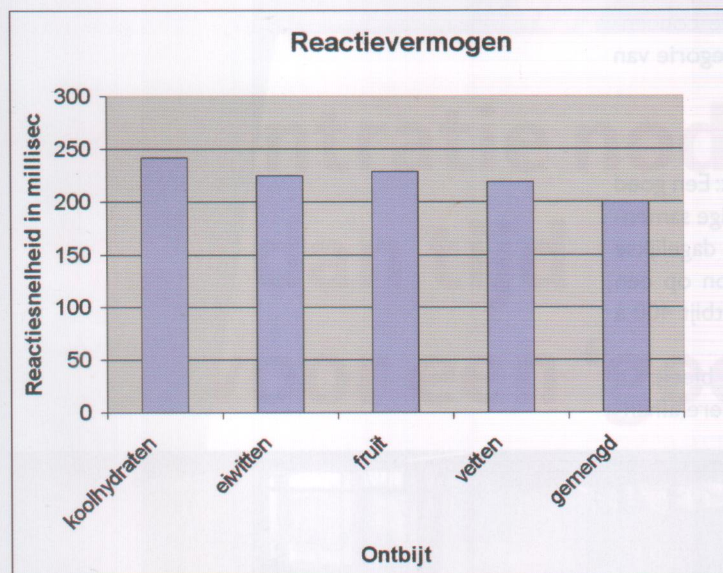


*Figuur 1: Proefpersonen tijdens de reactietest (links) en de concentratietest*

## Resultaten




*Figuur 2: Het concentratievermogen onder invloed van verschillende typen ontbijt*




*Figuur 3: Het reactievermogen onder invloed van verschillende typen ontbijt*

## Conclusie

Een vet ontbijt zorgt voor het beste concentratievermogen, het reactievermogen is niet ontbijt afhankelijk.

## Discussie

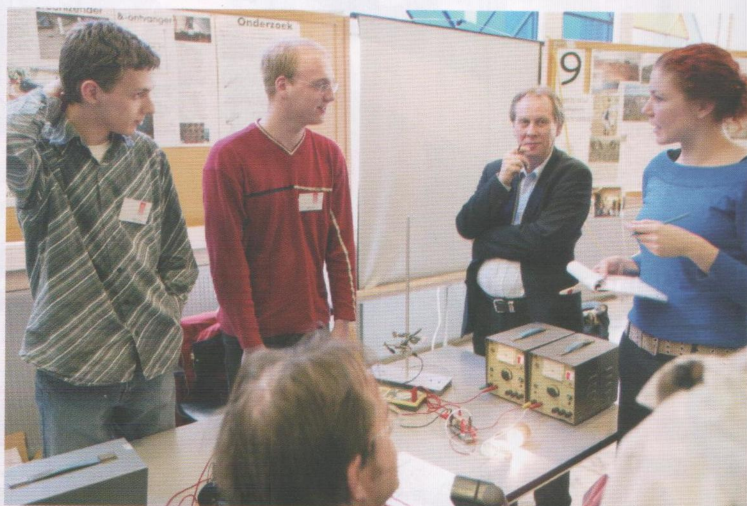
Onze hypothese moeten we verwerpen. We denken dat dit komt omdat de periode tussen ontbijten en testen achteraf te lang is geweest, waardoor de koolhydraten al verbruikt waren (koolhydraten zorgen voor een energie explosie) en alle vetten nog niet (vetten leveren over langere duur energie).

# De Van Melsen Prijs in de krant

**Artikel uit de Gelderlander van 9 april 2004**

## STILTE VAN DE RADIO SLIM DOORBROKEN

*Scholieren onderzochten de hygiëne van hun eigen school. Conclusie: de wc's waren na de schoonmaak viezer dan ervoor. Zo win je de Van Melsen Prijs.*




**De Gelderlander interviewt Bart en Matthijs voor de krant**

Als wetenschapper moet je tegenwoordig van goede huize komen om publicitair te scoren met je onderzoek. Grijze, academische verhandelingen doen het niet best; originele, verrassende des te meer. Leerlingen van het VWO die zich voorbereiden op een glanzende universitaire carrière hebben dit principe haarfijn door. Ze kiezen voor opzienbarende onderwerpen als ze een werkstuk moeten maken. En de besten winnen een prijs. Op de Nijmeegse Universiteit werden gisteren de Van Melsen Prijzen uitgereikt. Eervolle erkenningen voor slimme VWO'ers uit het hele land die zich bij een der exacte vakken onderscheiden hebben met een bijzonder project.

De faculteit Natuurwetenschappen vormde het toneel van presentaties van tien genomineerden, onder wie een getalenteerd duo van het Bemmelse Over Betuwe College, Matthijs Moed, achttien en Bart de Wild, negentien, sleepten de tweede prijs weg in de jaarlijkse wedstrijd, die is ingesteld door de Nijmeegse natuurwetenschapper, wijlen prof. A. van Melsen.

Matthijs en Bart bouwden op ingenieuze wijze het allereerste zend- en ontvangtoestel van Marconi na en doorbraken daarmee de stilte die er bij de doorsnee-gebruiker heerst als het gaat om de oorsprong van zoiets alledaags als de radio. Bart "We merkten dat niemand eigenlijk weet hoe dat nou precies zit. Daarom besloten we het Marconietoestel helemaal na te bouwen. En het bleek te werken!"

De prijs, denken de Betuwnaren, zal hen niet op slag tot nerd maken bij medescholieren. "Ze zagen ook wel dat zo'n project heel gewoon een hoop opzoekwerk is. Iedereen kan dat."

Bart en Matthijs moesten gisteren op de ranglijst één nominatie laten voorgaan. Twee dames van het Gymnasium Beekvliet in Sint - Michelsgestel wonnen de eerste prijs met hun gedegen onderzoek 'Beekvliet, schoon of niet?' Bemonstering van alle hoeken en gaten in het schoolgebouw leverde de opzienbarende bevinding op dat schoonmaken meestal een averechts effect sorteert. De wc's waren na afloop van het schrobben viezer dan ervoor. Helemaal wetenschappelijk verantwoord was die conclusie niet, meende de jury, die niettemin het originele idee en de aanpak prees.

# De Van Melsen Prijs 2004 in beeld



Alle deelnemers, jury en medewerkers van het exo-steunpunt bij de VMP 2004



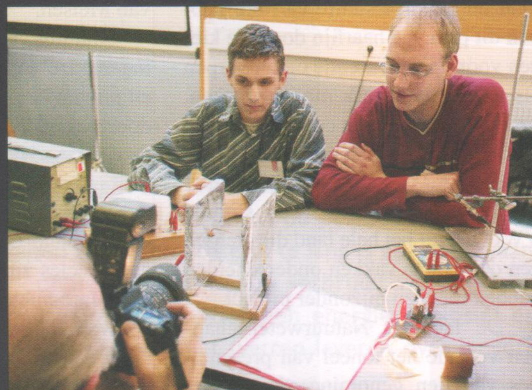
Meten aan de verticale sprong




Hoe ziet een goed ontbijt eruit?



Stemmen voor de publieksprijs



De Marconi zender gaat op de foto

# International Conference for Young Scientists 2004

## Dagboek van de 'Nijmeegse' leerlingen Moniek, Steffie, Matthijs, Bart, Carien en Chantal

In de aula van de Radboud Universiteit Nijmegen werd de ICYS officieel voor geopend verklaard door de organisatoren. Dit vierden wij met enkele koppen koffie... Na deze opening was het tijd voor academisch zeer hoogwaardige vragen, die gesteld werden in de Discovery Game. Deze vragen werden gesteld door enkele heren in witte jassen die zich identificeerden als Dr. Whatsnot, Dr. Justnot, en de Trainee (of iets in die geest), aan de hand van allerlei leutige en jolige proefjes. Later bleken deze heren van de universiteit van Oxford echter doodgewone Hollanders, die dit deden als een soort teambuilding. De lol was er niet minder om; het was zeker geslaagd.

Onze dag begint met veel stress, doet de presentatie het nu wel, of toch niet? Afgelopen nacht rond twee uur kregen we nog een sms-je dat alles geregeld was, maar wij zijn daar nog niet zo zeker van. Er wordt ons verzekerd dat alles goed komt. Heel zenuwachtig verschenen we dan ook aan het ontbijt, waarna we snel onze spullen pakken en in de bus gaan zitten wachten, tot we eindelijk naar de faculteit toe kunnen. Ondertussen wordt er voor gezorgd dat er een extra versie van onze presentatie gemaild wordt, en op de faculteit wordt hard gewerkt om alles in orde te krijgen. Wanneer we aankomen, wordt ons verzekerd dat de presentatie nu werkt, maar wanneer wij dit met eigen ogen willen bekijken, doet hij het NIET! Hoe moet dat nu met onze presentatie?!? En wij, net enigszins rustig, schieten opnieuw in de stress. Het probleem wordt gevonden, en naar een oplossing wordt gezocht, nog slechts tien minuten te gaan....



*Hoeveel muntjes passen er in een volle borrel?*



*De presentatie van Chantal en Carien WERKT!!*

Wanneer de eerste presentatie afgelopen is, en wij aan de beurt zijn, wordt onze presentatie op cd-rom binnengebracht. En zo'n tien seconden voor we moeten beginnen, geeft de computer eindelijk het signaal dat de presentatie werkt!!! Met nog een beetje spanning in de benen, kunnen

we aan onze presentatie beginnen. En gelukkig: het ging GOED, volgens ons althans.
Na de laatste lezing was het tijd voor internet, maar omdat er veel te weinig computers waren konden we helaas maar heel kort. Nadat de familie en vrienden weer op de hoogte waren gebracht van onze belevenissen, gaven we onze computer weer af aan andere welwillende studenten.

En jawel, vandaag was de grote dag: vandaag zou ons ter ore komen wie al dan niet wat gewonnen zouden hebben. In jasje-dasje-apenpak togen wij richting De Zaal, waar zo te zien allerlei Gewichtige Zaken van Formaat behandeld werden, getuige het wapenschild en veelvoud aan stoelen. Awel, de leden der jury hadden in al hun wijsheid besloten dat elke prijs (1e, 2e en 3e) 2 keer uitgereikt zou moeten worden (Dit juichten wij uiteraard toe, aangezien uit een simpel rekensommetje blijkt, dat de kans op winnen zo aanzienlijk toeneemt). Eén voor één kwamen de juryvoorzitters naar voren om uit te weiden over de wetenschap in het algemeen en de profielwerkstukken in het bijzonder. Uiteraard was ons vakgebied, Physics, als laatste aan de beurt. Over het algemeen haalde de Nederlandse Natie tijdens deze uitreikingen aardig wat prijzen binnen; de oogst was goed. Zo haalden onze vrienden van de Universiteit Groningen prijzen binnen voor hun hovercraft, compressiealgoritme en nog iets biologisch (vergeeft u ons, ons geheugen is niet best), en kregen de Beekvlieters nog een speciale prijs, vanwege hun diepgravende onderzoek.

Daarna tijd voor de Burgers' Zoo. Voor de verandering bleken de rollen in de Bush nu eens omgedraaid: wij keken niet aapjes, maar de aapjes keken ons. In driedelig zwart/grijs/blauw staat tenslotte nogal vreemd, wat wij ook konden merken aan de vreemde blikken die ons werden toegeworpen door het volk. Om de blikken te ontwijken, streken wij, nadat wij de Bush Ocean en de rest van het park hadden bekeken, neder op een terrasje. Zelfs gentlemen moeten af en toe op een terrasje neerstrijken, om de benodigde voedingsmiddelen te consumeren. Dit deden wij met graagte, ondanks de torenhoge prijzen.

Deze avond stond het afsluitende feest op het programma. Dit werd gehouden in ons vertrouwde


*Chantal en Carien mailen het thuisfront: we leven nog!*


*De Beekvlieters scoren een prijs voor goed onderzoek*

St. Walrick, in de studentenbar. De muziek werd verzorgd door twee vrouwelijke dj's. Aan het begin van de avond was hun muziekkeuze niet helemaal onze smaak, maar hoe later het werd hoe beter de muziek werd. Iedereen ging uit zijn dak en het was een erg gezellig feestje! Iedereen was dan ook maar wat blij toen Jan ons om twaalf uur vertelde dat het feest nog een uurtje door zou gaan. Na enkele breakdance voorstellingen en de polonaise was het om een uur dan toch echt afgelopen. Moe maar voldaan zochten we ons bedje op voor onze laatste nacht in St. Walrick.

Vandaag was het feest; we mochten een uurtje langer slapen, en gingen ook nog eens naar de Efteling! Om 9 uur stonden de bussen alweer klaar voor vertrek en stapten we allemaal met goede zin in. De rit naar Kaatsheuvel duurde iets langer dan gepland, omdat de deur van de eerste bus had besloten niet meer dicht te blijven. Hierdoor moesten we een tijdje lang om de paar honderd meter stoppen, maar na een half uurtje was het euvel verholpen. Om half elf zagen we de vertrouwde Pagode alweer boven de bomen uitkomen, en ook de blikvangende ingang kwam

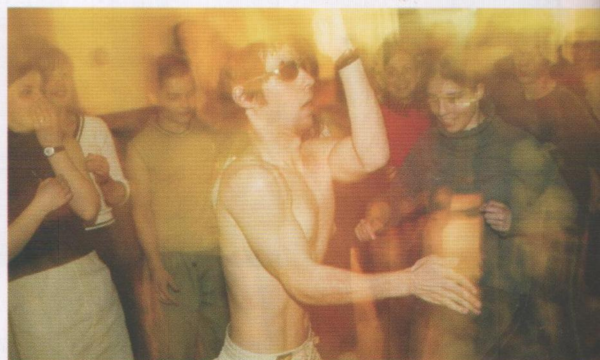
*Nat worden in de Piranha*

in zicht. Om elf uur waren we binnen, en ging iedereen zijn eigen weg. Wij brachten eerst onze tas naar de garderobe, en vertrokken toen naar de Fata Morgana. Daarna was het tijd om lekker nat te worden in de Piranha. Nou, dat is wel gelukt.

Maar gelukkig was het mooi weer en deerden onze natte kleren niet. Na ritjes in de houten achtbaan en de Pagode was het tijd voor de lunch. We kregen een Efteling schatkist gevuld met o.a. een broodje kaas en een appel. Na de lunch hebben we koers gezet naar de Droomvlucht en Villa Volta, erg mooie attracties. Nadat we ook het Carnaval Festival bezocht hadden was het tijd voor een grote suikerspin.

We sloten de week af met een luxe diner op een schip met muzikale ondersteuning van een live band.

Na het smakelijke buffet en het nodige gedans werd de avond afgesloten met een magnifieke klapper in de vorm van een toast en een discman als cadeau voor alle deelnemers. Dit geschenk werd door iedereen zeer gewaardeerd.



*Breakdance en polonaise*



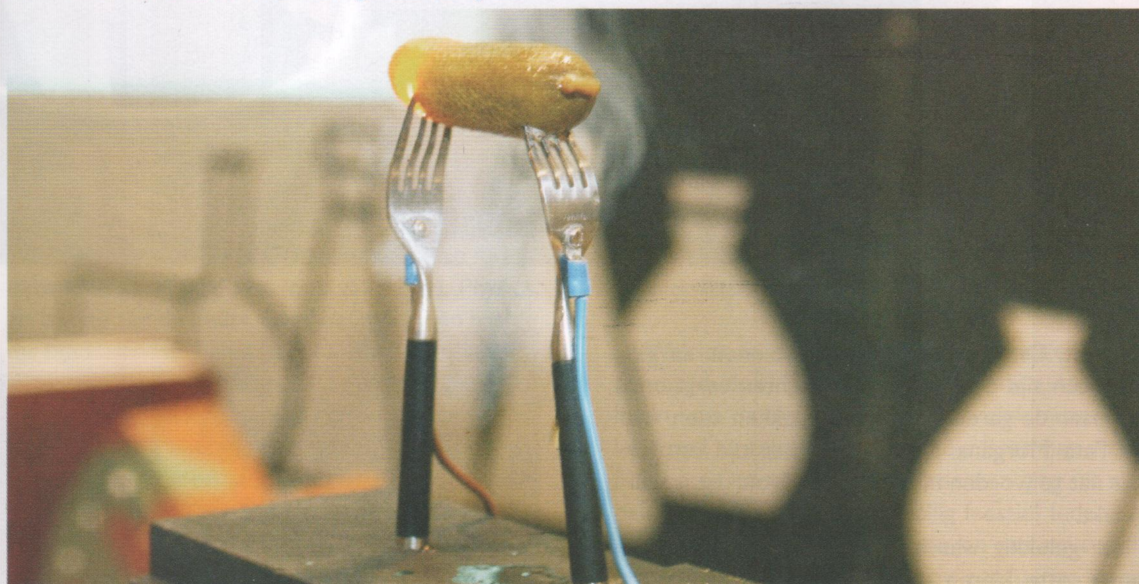
*Afscheid op een schip*

# The International Conference for Young Scientists in de krant

**Artikel uit de Gelderlander van dinsdag 20 april 2004**

## VERBAZING OVER EEN GLOEIENDE AUGURK

**Ongeveer 80 scholieren uit heel Europa zijn te gast bij de Nijmeegse universiteit om een week lang serieus wetenschapper te spelen: hard werken. Maar het begon gisteren allemaal met een ontspannen quiz.**



**Een echte augurken lamp**

Een typisch geval van thuis niet nadoen! Op de begane grond van de aula aan de Comeniuslaan vliegen een stuk of vijftien gloeiende, lege theezakjes door de lucht. In brand gestoken door slimme scholieren uit twaalf Europese landen, die er deze maandagochtend meedoen aan een wetenschapsquiz. Het antwoord op vraag zoveel is gegeven; het zakje brandt op en gaat dan pas vliegen.

Ongeveer 80 jonge Europese slimmeriken en een stuk of 50 van hun docenten en andere begeleiders zweten al zo'n anderhalf uur lang op de quizvragen die op ze worden afgevuurd. Ze zijn met zijn allen te gast in Nijmegen - ze slapen in het Overasseltse St. Walrick - voor de elfde International Conference for Young Scientists.

De deelnemers hebben zich het afgelopen jaar op hun school bewezen met een bijzonder wetenschappelijk project, en presenteren dat deze week ook aan echte kritische wetenschappers. Het beste project wint en dat betekent voor met name de Oost-Europese deelnemers een direct-entreebewijs op een universiteit. De Nederlandse bèta-bollebozen, zoals Bart de Wild en Matthijs Moed van het Bemmelse Over Betuwe College, gaat het vooral om de eer. Maar gisteren ging het nog even om de lol. De reden waarom juist een augurk licht geeft als je er 150 volt stroom doorheen jaagt, blijft dan ook onbeantwoord. De verbazing om het gloeiende stukje groente op het podium is er echter niet minder om. Vreemd is ook dat je maar 6,28 meter extra touw nodig hebt als je een touw om de hele aarde spant, maar dan op een meter hoogte.

Dat de vragen in het Engels worden gesteld, en niet in ieders moerstaal, maakt het er niet makkelijker op. Ook langzaam uitgesproken blijft viscosity (stroperigheid) natuurlijk gewoon een moeilijk woord.

# The International Conference for Young Scientists in beeld

**Een internationaal gezelschap op deze pagina, van linksboven af: een team uit Macedonië, Polen en Georgië.**





**Tijdens de Discovery Game moeten 30 wetenschappelijke problemen worden opgelost**

**De vloeistof zendt licht uit, echt waar!**







De eerste lezing over communicerende planten werd gegeven door prof. dr. Kroon





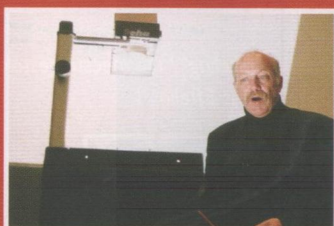





Iedereen komt aan de beurt voor zijn/haar presentatie, top wetenschap in de dop



*Ontspanning door inspanning*



*Lezing 2 gaat over elementaire deeltjes en daarna is er gelegenheid tot vrij internetten*



*Shoppen in Nijmegen en dan jezelf in de krant terugvinden in een artikel over de ICYS*



*Excursie naar Burger's Bush*












*Nederlanders met prijzen tijdens de prijsuitreiking*





*Efteling? What is "Efteling"? De meeste gestelde vraag tijdens de ICYS. This is Efteling!!*



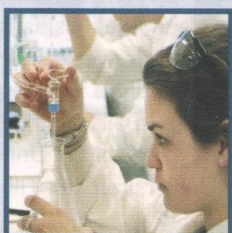
*Grandioze finale op een heus schip met champagne en afscheidscadeautjes. Einde ICYS 2004*

# TU/e technische universiteit eindhoven



# Hoofdstuk 2









# Het Studiehuis overbrugd

*www.tue.nl/decanen*

De Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) gooit de deuren meer en meer open voor scholieren en hun docenten. Een greep uit het grote aanbod: Masterclasses, gastcolleges op middelbare scholen, een lezingreeks voor scheikundedocenten, colleges voor excellente leerlingen, werkweken, inhoudelijke - vaak multidisciplinaire - projecten in samenwerking met vwo-docenten die deels op school en deels op de TU/e plaatsvinden en een Profielwinkel. In deze 'winkel' kunnen leerlingen terecht met vragen en experimenten voor hun profielwerkstuk. De inzet van dit alles: een betere aansluiting tussen middelbare school en universiteit. Maar ook: meer liefde voor het bètaonderzoek en -opleidingen.

'Eindhoven' neemt vaak zelf het initiatief. De TU/e heeft de afgelopen jaren een uitgebreid pakket van aansluitingsactiviteiten ontwikkeld, waarbij veel maatwerk wordt geleverd. Daarnaast hebben veel faculteiten leraren van de middelbare scholen in dienst genomen als aansluitingsdocent. Zo werkt Henry van Bergen één dag in de week voor de TU/e-faculteit Elektrotechniek. De rest van zijn werktijd is Van Bergen natuurkundeleraar op het Koning Willem II College in Tilburg. "Ik ben een menselijke brug tussen vwo en universiteit", zegt hij in Univers magazine, een tweejaarlijks tijdschrift voor de Universiteit van Tilburg (UvT).

*"Dat is toch een win-winsituatie!"*

Het artikel over de aansluiting van vwo met de universiteit vervolgt: Al voor de komst van Van Bergen was er dat prachtige technieklokaal. Speciaal gebouwd om scholieren proeven te laten doen. Van Bergen: "Hoe moeten vwo-docenten zoiets nu weten? Ze hebben het ongelooflijk druk. Doen ze toch de moeite om contact te leggen, dan weten ze vaak niet bij wie ze moeten zijn. Zo'n Masterclass waarbij leerlingen buiten hun eigen school onderzoek doen op de universiteit. Dat is toch een win-winsituatie!"

Dit hoofdstuk geeft inzicht in enkele van de vele activiteiten die in studiejaar 2003-2004 in het kader van het project 'Studiehuis overbrugd' zijn ondernomen. Het is echte gebruikersinformatie. Leerlingen en vwo-docenten beschrijven hun persoonlijke ervaringen met de aansluitingsactiviteiten van de TU/e.

drs. Conrad Suos, beleidsmedewerker aansluiting vwo-wo
Onderwijs Service Centrum, TU/e

Met dank aan: Mieke Fiers, redacteur Univers, UvT

Voor volledig artikel: zie Univers Magazine, 29 april 2004



# Startconferentie 'Het Studiehuis overbrugd'

Er was een grote opkomst bij de startconferentie 'Het Studiehuis overbrugd'

**Vwo-docenten en rectoren werden op 17 september 2003 vanaf 13.00 op de TU/e ontvangen voor de startconferentie van het project 'Studiehuis overbrugd'.**

De conferentie begon met een lezing door prof. dr. Alex van Herk, opleidingsdirecteur Scheikundige Technologie. In zijn lezing 'Belang van samenwerking tussen VO en TU/e' werd in het kort het probleem van het dalende aantal β-studenten samengevat en hoe de TU/e die aansluitingsproblematiek probeert aan te pakken.
De tweede lezing werd verzorgd door de projectleider, drs. Conrad Suos, beleidsmedewerker aansluiting vwo-wo. Het eerste gedeelte van deze lezing ging over algemene zaken betreffende veranderingen in de tweede fase e.d. In het tweede gedeelte werd het project 'Het Studiehuis overbrugd' besproken.

In een poging om de betrokken docenten breed over het project te informeren, was bij de uitnodiging voor de startconferentie een bijlage opgenomen met een beschrijving van de diverse facultaire activiteiten

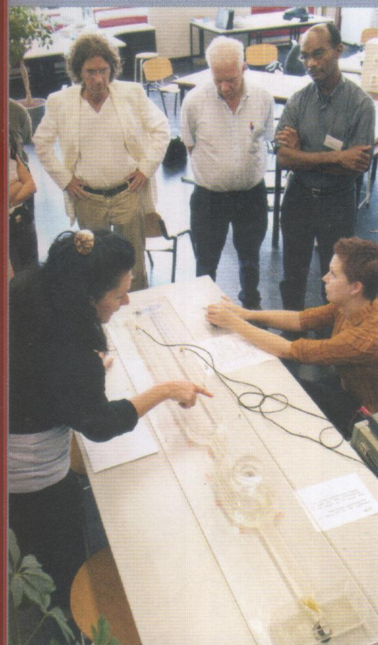
*"Duidelijk werd wat de TU/e voor vwo-docenten kan doen (en niet andersom)."*

die aan het project ten grondslag liggen. In de presentatie van Suos werd hieraan op hoofdlijnen aandacht besteed.

Na de centrale lezingen bestond de rest van het programma uit facultaire programma's, verzorgd door de opleidingen Toegepaste Wiskunde, Technische Informatica, Scheikundige Technologie, Elektrotechniek, Technische Natuurkunde, Biomedische Technologie en Werktuigbouwkunde. De docenten waren, aansluitend bij hun schoolvak, ingedeeld bij één van die facultaire programma's. Via deze programma's verkregen de docenten op een praktische en informele wijze inzicht in de mogelijkheden aan de TU/e voor hun leerlingen.

Eén van de facultaire programma's betrof het Leonardo's Lab dat door de opleidingen Werktuigbouwkunde (W) en Biomedische Technologie (BMT) is opgericht. Tijdens het programma hebben de medewerkers van deze opleidingen een aantal van de beschikbare opstellingen die in het lab staan, gedemonstreerd. Er werd aandacht besteed aan de manier waarop die experimenten gebruikt worden als casus binnen het Ontwerpgericht Onderwijs (OGO) aan de TU/e en de wijze waarop ze ook voor vwo-leerlingen geschikt te maken zouden zijn.
Daarna werd het doel van zowel het project als van het lab toegelicht. Duidelijk werd dat dit project een samenwerkingsverband omvat tussen VO-scholen en de TU/e.

dr. Debbie Ceiler, docent ANW / Biologie
(voormalig vwo-aansluitingsdocent BMT-TU/e)
Sint Maartenscollege, Maastricht



*Debbie Ceiler (aansluitingsdocente BMT) demonstreert het vloeistofmodel van de menselijke bloedsomloop*



*Napraten over de opgedane ervaringen en ideeen uitwisselen over mogelijke projecten voor leerlingen in samenwerking tussen TU/e en vwo-docenten*



*Vwo-docenten verkrijgen inzicht in de mogelijke activiteiten voor hun leerlingen in het Leonardo's Lab bij W en BMT*

# Bruggenbouw

## Een praktijkstukje Werktuigbouwkunde

In studiejaar 2003-2004 ben ik tweemaal met een klas leerlingen en collega-docenten BINAS op bezoek geweest bij de faculteit Werktuigbouwkunde van de TU/e. Het contact is heel gemakkelijk tot stand gekomen, omdat daar sinds enkele jaren een voormalige collega van mij als aansluitingscoördinator werkt.
Iedereen beoordeelde de activiteiten als zeer positief. Vooral door het afwisselende programma, waarin de leerlingen veel zelf mochten doen.

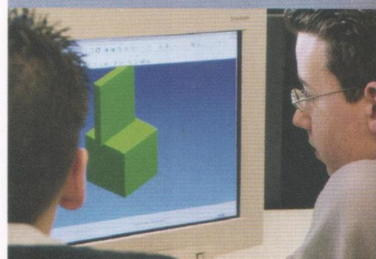
Het programma 'Bruggenbouw' betrof een soort 'Werktuigbouwkunde in vogelvlucht'. Allereerst hebben de leerlingen bruggenbouw gesimuleerd via het softwareprogramma 'Bridgebuilder'. Leuk hierbij vonden de leerlingen het wedstrijdelement 'Wie maakt de sterkste en goedkoopste brug?' Met het programma kunnen bruggen namelijk getest worden via een simulatie van over de brug heen rijdende treinen.
Aansluitend ontwierpen en bouwden de leerlingen in groepjes zelf brugconstructies via speciaal daarvoor bedoelde en in het Leonardo's Lab aanwezige materialen. Ook hierbij was een competitie-element opgenomen, dat zeer gewaardeerd werd door de leerlingen. Door een jury werden de door de leerlingen gebouwde brugconstructies getest op de doorbuiging door er gewichten aan te hangen. Daarna werd uiteraard vastgesteld welke brugconstructie het best was en de minste doorbuiging vertoonde.
Het derde onderwerp dat aan bod kwam, was het ontwerpen van een stoeltje via het softwareprogramma CAD. Op deze manier zijn de leerlingen in aanraking gekomen met diverse aspecten van Werktuigbouwkunde en hebben ze kunnen ervaren dat dit vakgebied breder is dan je wellicht in eerste instantie zou verwachten.

drs. Guus van den Bogaard, coördinator BINAS
Mill-Hillcollege, Goirle

ir. Stan Gommers, aansluitingscoördinator vwo-wo
(voormalig docent natuurkunde)
Faculteit Werktuigbouwkunde, TU/e

*Door docenten van Mill-Hillcollege (Goirle) gemaakte opmerkingen tijdens de evaluatie van 'Bruggenbouw'*

"De onderwerpen sloegen aan. Er zat genoeg vaart in het programma, zodat verveling niet voorkwam."
"Een activerende kennismaking met werktuigbouwkunde van de TU/e. De leerlingen vonden het boeiend en uitdagend."



*Het ontwerpen van een stoeltje met het CAD-programma Unigraphics*

*"Dit project moet gehandhaafd worden en tot het vaste aanbod van de TU/e gaan behoren."*



*Het bouwen van zelfontworpen brugconstructies in Leonardo's Lab*

# Complexe getallen

## Een keuzeonderwerp

"De leerlingen hebben het bezoek aan de TU/e als positief ervaren."

Tot het examenprogramma 'Wiskunde B1,2' voor het vwo behoort een zogenaamd keuzeonderwerp. Voor 6 vwo leerlingen van het Newmancollege was dat 'Complexe getallen' in het cursusjaar 2003-2004.

Dit keuzeonderwerp valt in 2 delen uiteen:

1 op de school zelf een kennismaking met het begrip 'complexe getallen' en hun rekenregels;

2 een bezoek aan de faculteit Wiskunde en Informatica van de TU/e, waar aan wat toepassingen van complexe getallen werd gewerkt.

*Construeren van fractals*



De kennismaking op school vond plaats aan de hand van de syllabus geschreven door dr. Hans Sterk van de TU/e. Met wat klassikale uitleg was dit door de leerlingen redelijk te volgen, al werden enkele te maken opgaven als pittig ervaren. Voor het werk op school werd overigens gebruik gemaakt van een Elektronische Leer Omgeving (ELO). De syllabus werd op een website geplaatst. Op deze site kreeg elke leerling een eigen ruimte om zijn of haar uitwerkingen te plaatsen. Op deze manier waren de docenten van de school en de TU/e beiden in staat de vorderingen van de leerlingen te volgen. Het gebruik van de ELO verliep niet helemaal volgens verwachting en er zal bekeken moeten worden hoe we dat bij een volgende gelegenheid kunnen verbeteren.

Tijdens het bezoek aan de TU/e op 17 februari 2004 werd door dr. Sterk eerst nog kort de geleerde theorie herhaald. Vervolgens werden de leerlingen aan het werk gezet. Ze moesten met behulp van het programma Mathematica wat tekeningen maken. Daarna was de uitdaging om, met gebruikmaking van de theorie van complexe getallen, de getekende figuren te draaien. Ten slotte werden ook nog enige fractals geconstrueerd.

dr. Ernst Lambeck, docent Wiskunde
Newmancollege, Breda

# Studentencafé

### PACT

Vorig jaar ontstond in onderwijsland commotie toen de Tilburgse VO-scholen vanuit een samenwerking met de Brabantse HBO–instellingen en de TU/e aangaven op een andere manier naar de centrale examens te willen kijken. Het PACT (Pilot Aanpassing Centrale Examens) haalde menige krant en er werden zelfs Kamervragen over gesteld. Er werd gevreesd dat men de examens wilde afschaffen. Dat is niet de bedoeling, maar wel om ook andere vaardigheden als samenwerken, technisch ontwerpen en presenteren te toetsen. Het project 'Het studentencafé' is daarvan een voorbeeld. Ook is dit project een voorbeeld van hoe contexten in het vwo-onderwijs geïntegreerd kunnen worden

*"De bedoeling is om ook andere vaardigheden als samenwerken, technisch ontwerpen en presenteren te toetsen."*

### Het project 'Studentencafé'

Begin januari 2004 kregen leerlingen van 4 havo met het Natuur en Gezondheidsprofiel bij het vak Natuurkunde het volgende (fictieve) probleem van een beheerder van een studentencafé voorgelegd.

De beheerder heeft een druk bezochte bar. Door de drukte is het er vaak te heet en beslaan de ramen. De enige barkeeper die er werkt, heeft het nogal druk, zodat hij vaak vergeet de ramen open te zetten en de verlichting in te schakelen.
Volgens de beheerder blijken er soms veel meer personen in de bar aanwezig te zijn dan voor de relatief kleine ruimte acceptabel is. Het wordt hierdoor binnen nog warmer en vochtiger. De situatie is dan zelfs onveilig. Hij heeft de barkeeper gevraagd om regelmatig te tellen hoeveel mensen aanwezig zijn, maar ja daarvoor ontbreekt hem de tijd. Echter, in het weekeinde is de bar 's avonds zowat leeg. Een opvallende lichtreclame of een sensationele buitenverlichting zal de uitstraling van het gebouw volgens hem kunnen vergroten en voorbijgangers naar binnen moeten lokken.
Gezien de kosten wil de beheerder geen tweede barkeeper in dienst nemen, maar vraagt hij aan de leerlingen van 4 havo of één en ander niet opgelost kan worden met behulp van een aantal automatisch werkende schakelingen. Automatisering is namelijk een van de natuurkunde onderwerpen in de vierde klas.
En daarmee startte een twee maanden durend project.

### Projectgroepen pakken het probleem aan

Omdat de vraag van de beheerder uit een groot aantal deelproblemen bestond, werden een viertal projectgroepen gevormd. Daarin werkten leerlingen in tweetallen aan de oplossing van een deelprobleem. Ze werden daarbij aangestuurd door een voorzitter, ook een leerling.

Zonder kennis valt geen probleem te tackelen. Die kennis deden de leerlingen op tijdens een reeks practica en lessen. Naast het verwerven



*Een ingangsteller voor het studentencafé wordt getest*

*"Ook is dit project een voorbeeld van hoe contexten in het vwo-onderwijs geïntegreerd kunnen worden."*

*"De 'club van wijzen' was onder de indruk van de vele creatieve oplossingen en de multimediapresentaties van de leerlingen."*

van kennis was een groot aantal bezig om een oplossing te zoeken voor hun deelprobleem. Een kleine bloemlezing:

- een teller die alleen telt als er mensen binnenkomen;
- een automatische diskjockey;
- een 'fust is leeg'-melder;
- temperatuur- of lichtregeling;
- temperatuuralarm.

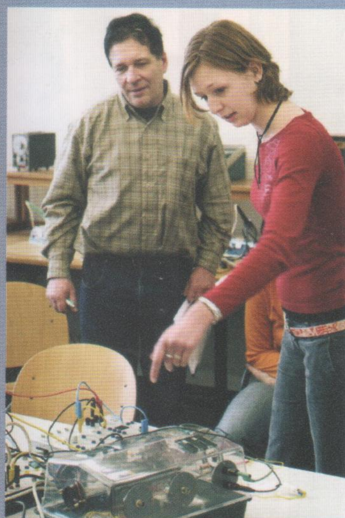
's Ochtends bouwden de leerlingen de benodigde deelsystemen voor het geautomatiseerde studentencafé.

Daarna volgende een presentatie voor de medeleerlingen en een 'club van wijzen', in de vorm van een assessment. Door middel van vraag en antwoord keken zij naar:

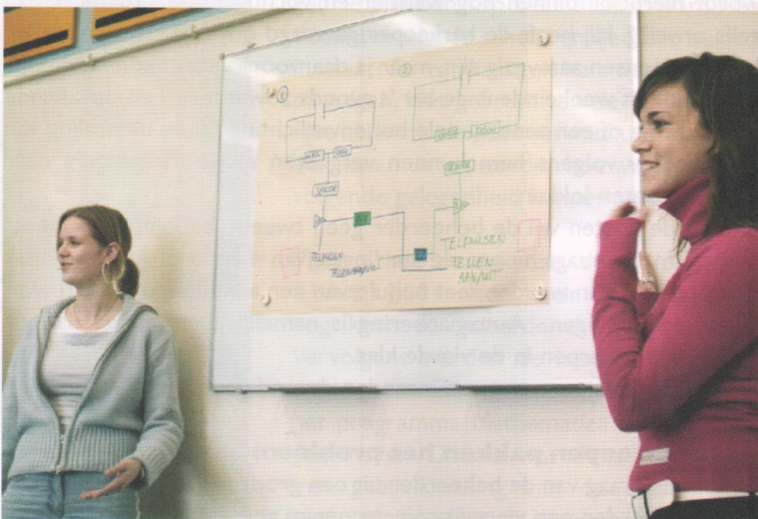
- planning;
- samenwerking;
- vakinhoud;
- kwaliteit van de presentatie;
- creativiteit.

De 'club van wijzen' was onder de indruk van de vele creatieve oplossingen en de multimediapresentaties. De huidige Tweede Fase leerling draait daar zijn hand niet meer voor om.

Henry van Bergen, docent Natuurkunde,
vwo-aansluitingsdocent E-TU/e
Teun van Heesch, docent Natuurkunde
Koning Willem II College, Tilburg

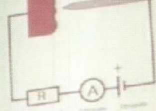


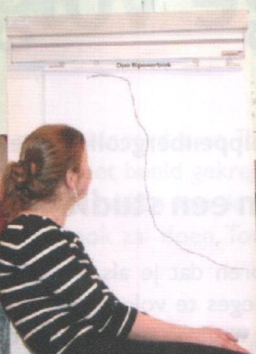
*Een technisch aspect wordt met een model van het geautomatiseerde studentencafé aan natuurkundedocent Henry van Bergen uitgelegd*



*Presentatie van de oplossing voor een deelprobleem van het te automatiseren studentencafé*

*Artikel uit de schoolkrant Oversteek (Koning Willem II college, Tilburg), 18 mei 2004*





*Gezamenlijke afsluiting van de Masterclasses TN en E: leerlingen presenteren de resultaten van hun project 'Het fotograferen van atomen met de STM (Scanning Tunneling Microscoop)'*

# Technologische aansluitings-gedachten

Vier leerlingen deden afgelopen tijd mee met de colleges voor excellente leerlingen. De overgang van net in de vijfde klas gestarte, goede leerlingen naar het eerstejaars niveau van Technische Natuurkunde is een hele grote gebleken. Vooral de benodigde wiskundige kennis ontbrak. Allen deden wel mee met het tentamen en een enkeling heeft zelfs het hertentamen gedaan. Hoewel de resultaten onvoldoende waren (de hoogste een 5,3) bleek bij een nagesprek dat de jongelui ervan genoten hadden. De aandacht vanuit de faculteit werd benadrukt en ze merkten bij de natuurkundelessen dat ze een voorsprong hadden op hun medeleerlingen.

Het deed mij bijzonder veel plezier te merken dat de faculteiten geen eilandjes (meer) willen zijn, maar gezamenlijk optrekken als het er om gaat leerlingen te motiveren voor een technische studie. Daartoe heb ik de Masterclasses van de faculteiten Technische Natuurkunde (TN) en Elektrotechniek (E) gevolgd. De opzet, vijf weken lang steeds op een andere dag zich in teamverband bezighouden met onderzoek op redelijk hoog niveau, spreekt mij aan.

ir. Dik Jager, docent Natuurkunde / decaan,
vwo-aansluitingsdocent TN-TU/e
Christiaan Huygens College, Eindhoven

*Anonieme opmerkingen van leerlingen in enquête over Masterclasses Technische Natuurkunde en Elektrotechniek (maart - april 2004)*

"Ik vond het een hartstikke leuk project, dat zeker voor herhaling vatbaar is!"

"Zorg voor meer contact met eerstejaars en andere studenten die nog midden in de opleiding zitten. Ik ben door de Masterclass erachter gekomen dat de opleiding niks voor mij is, dus voor mij is het gunstig geweest. De begeleiding was overigens wel goed."

"Nee, ik heb eigenlijk geen tips. Ik vond het erg leuk, heb echt veel dingen geleerd die me zeker bij zullen blijven. Het was een echte verrijking ten opzichte van de middelbare school natuurkunde. Ik ben blij dat ik mee heb gedaan!"

# College volgen op

**Elisa van Hout (Dr.-Knippenbergcollege Helmond, 6 vwo):**

## "Beter beeld van een studie"

In 2003 kreeg ik te horen dat je als 6-vwo-er de mogelijkheid hebt om aan de TU/e al colleges te volgen. Hartstikke leuk, dacht ik, maar wel druk omdat ik ook nog examens moet voorbereiden. Uiteindelijk heb ik besloten die colleges toch maar te gaan volgen, omdat het ook belangrijk is te weten wat je wilt studeren. Ik was wel al naar voorlichtingsdagen geweest, maar colleges volgen geeft natuurlijk een beter beeld van het studeren dan een praatje van een docent of student. Ik heb toen ervoor gekozen om een vak van Technische Informatica te gaan volgen. Het vak dat ik heb gevolgd heet Informatiesysteemontwikkeling.

Bij het eerste college was het al meteen raak, vertraging bij de NS en dus te laat in het Auditorium en maar twee andere meisjes in een volle collegezaal. Je kunt niet alles hebben. Desalniettemin was de stof van het college best goed te volgen en ook nog interessant. Bij de latere colleges werd de stof echter meer en moeilijker, met name de toepassing van al het lesmateriaal.
Toch denk ik dat het tentamen dat ik vanochtend heb gemaakt best goed is gegaan. Ik weet de uitslag helaas nog niet, dus dat is nog wel even spannend. Wat de uitslag ook zal zijn, ik ben blij dat ik dit vak heb gevolgd en ik ga volgend schooljaar dan ook Technische Informatica

*College volgen in het Auditorium van de TU/e*



Elisa heeft het tentamen Informatiesysteemontwikkeling van de opleiding Technische Informatica met een voldoende afgesloten.

studeren, waarschijnlijk gecombineerd met Toegepaste Wiskunde. Ik heb natuurlijk nog geen compleet beeld gekregen van de studie, maar voor indrukken van de andere vakken kan ik natuurlijk naar de voorlichtingsdag gaan, wat ik dan ook zal doen. Tot nu toe is het in ieder geval nog allemaal heel positief.

De colleges waren ook goed te combineren met school. Het enige probleem was eigenlijk dat ik een aantal colleges en instructies heb moeten missen vanwege schoolexamens. Een leuke bijkomstigheid is natuurlijk ook de vrijstelling van school. Maar dat is natuurlijk niet de hoofdreden om zoiets te gaan doen; alle stof die je op school mist moet worden ingehaald en dat vergt dus enige planning. Ik vond het goed te doen, mijn cijfers zijn niet omlaag gegaan en het bijhouden van huiswerk leverde ook niet echt problemen op, hoewel soms niemand leek te weten wat het huiswerk was en ik het dus ook niet kon navragen. Mijn docenten leken ook erg enthousiast.

**Koen Verkerk (Dr.-Knippenbergcollege Helmond, 6 vwo):**

## "Samen met Elisa hadden we toch een 10!"

Ik ben Koen en zit in Helmond in vwo-6 en ik heb op de TU/e dit jaar het vak Informatiesysteemontwikkeling gevolgd. Ik had er in de vijfde over gehoord via de coördinator vijf en zes vwo. Allereerst heb ik nog



*Aandachtig luisterend naar het hoorcollege van Technische Informatica*

"Ik kan het iedereen aanraden die niet te veel tijd nodig heeft voor zijn huiswerk."

"En tja, af en toe op school een les Frans missen vind ik ook niet erg!"

even getwijfeld, maar uiteindelijk heb ik het toch gedaan. Ik wist namelijk niet of ik het tegelijkertijd met mijn zesde jaar vwo aan zou kunnen. Maar, er werd mij verteld dat ik - als ik dat zou willen - er meteen mee op zou kunnen houden. Toen dacht ik eigenlijk: "Waarom zou ik het niet gewoon proberen en dan zie ik wel hoe het gaat."

In het begin kon ik vrij goed meekomen. Later werd het iets minder makkelijk, omdat we soms de samenhang met andere vakken misten. Bijvoorbeeld bij het vak Logica en Verzamelingenleer hadden ze dan een notatiemethode geleerd, die we dan niet begrepen. Maar erg veel maakte dat niet uit. We misten wel wat praktijkervaring, omdat we niet met OGO (Ontwerpgericht Onderwijs) meededen en daar breng je toch de geleerde technieken in de praktijk.

De onderwerpen in het eerste trimester waren ER-modellen, SQL-queries en petrinetten. Het ER-model ging nog wel, dat was nog wel logisch. Maar, ik vond vooral de SQL-queries best ingewikkeld. Ik vind ze nog steeds moeilijk en vooral als het om 'geneste' queries gaat, oftewel iets halen uit een eerdere zoekopdracht die je dan ook weer moet zien te vinden.
Het onderwerp wat daarna kwam was Petrinetten en dat ging dan wel weer. Alleen had ik daar soms als het werd voorgedaan het idee van "ja, dat zie ik wel maar hoe moet ik dat ooit zelf doen?" Ik heb nu al tentamen gehad maar moet nog wachten op mijn cijfer. Ik vond het wel gaan, dus ik denk wel dat ik een voldoende heb gehaald.

Ik vond het dus erg leuk en zeker wel te doen naast een vwo-opleiding en ik kan het iedereen aanraden die niet te veel tijd nodig heeft voor zijn huiswerk, want het is wel weer een extra vak waarvoor je huiswerk moet maken. Het was wel erg gezellig en tja, af en toe op school een les Frans missen vind ik ook niet erg! Je moet het wel weer inhalen maar toch.

Uiteindelijk heeft Koen het tentamen Informatiesysteemontwikkeling van opleiding Technische Informatica niet met een voldoende afgesloten, maar volgens eigen zeggen "had hij samen met Elisa toch een 10!"

# Een dagje naar de TU/e

## Een verslag in collagevorm

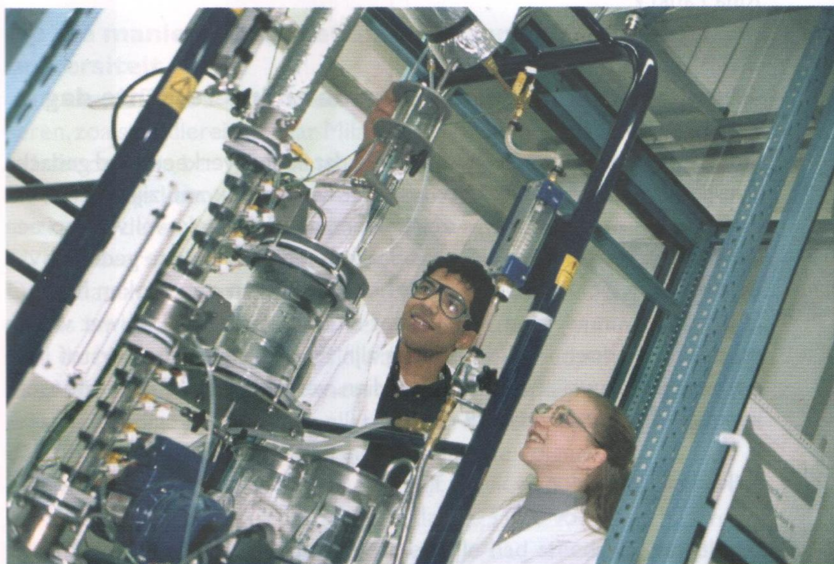
### Volgens mij kon zelfs iemand in een helikopter onze route volgen ...

Van donderdag 11 t/m donderdag 18 maart 2003 hadden wij (klassen V5a en V5b) een groep van zo'n 20 Italianen op bezoek. We zijn op woensdag 17 maart naar de TU Eindhoven geweest. We fietsten met zijn tweeëndertigen achter elkaar naar de TU/e toe, zodat volgens mij iemand in een helikopter onze route kon volgen ...

Na een inleiding en een kop koffie bij Scheikundige Technologie werden we opgesplitst in twee groepen. Als eerste gingen we een aantal apparaten bekijken in een laboratorium. Deze machines waren volledig geautomatiseerd en bedoeld om een heleboel monsters tegelijk te analyseren. De faculteit Scheikundige Technologie had zelf meegewerkt aan de ontwikkeling van één van deze machines, die uiteindelijk een half miljoen euro (!) zouden gaan kosten. Daarna zijn we een kleiner lab binnen gelopen en hier hebben we een klein proefje gedaan waarbij we een paar sleutels een kunststoflaagje hebben gegeven.

Na de pauze gingen we met behulp van gaschromatografie een gasmengsel van alkanen onderzoeken. Het analyseapparaat bestaat uit een gedraaide buis van ongeveer twee meter lang. Hierin worden vloeistoffen tot gas verdampt. Laat je nou een klein stroompje door het

*"Je had steeds de indruk dat de docenten daar het leuk vonden om ons te ontvangen."*



*Uitleg door een AIO bij proceskundige apparatuur van de opleiding Scheikundige Technologie*



*Zelf uitvoeren van experimenten in de laboratoria van Scheikundige Technologie*

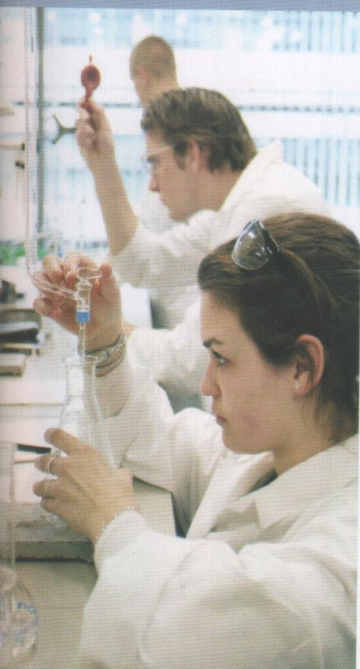
mengsel lopen dan kun je de geleiding meten. Omdat alle gassen een ander kookpunt hebben krijg je om de zoveel tijd voor ieder gas in het mengsel een piek (gebaseerd op een verandering in de gemeten geleiding). Dit wordt in een grafiek weergegeven die uit het apparaat komt rollen.

Bart de Vreede, Rina Fahkry

### "Waar gaat het allemaal over?"

We kregen op de TU/e een leuke en interessante les over polymeren. In het begin dachten we (de Italiaan die naast me zat en ik): "Waar gaat het allemaal over?" Maar, later begrepen we alles over polymeren, omdat de lerares het allemaal op een heel leuke manier heeft uitgelegd. Ze liet ook interessante demonstraties zien, waarbij één Nederlander en één Italiaan werden betrokken om haar te assisteren.

Rina Fahkry



### 17 maart 2004 was een leerzame en interessante dag op de TU/e

"Maar toen we daar aankwamen, zag ik dat ik heel verkeerd had gedacht. Eerlijk gezegd, ik had niet verwacht dat het zo leuk zou zijn ..."
De les over polymeren was zeker leerzaam. Het leek wel wat op een 'gewone' scheikundeles. Het was daarom niet het leukste gedeelte van de dag, maar wel het stuk waar ik het meeste van opgestoken heb.
Het maken van aspirine vond ik het leukst. We deden iets wat we op school nooit doen. Praktisch bezig zijn en als vanzelf de leerstof in je opnemen. Natuurlijk werd ons nadien verteld dat we alles moesten kennen voor het proefwerk ...

Jeske van der Velden

### "Wat ben ik goed zeg!"

Ook een leuke ervaring in het scheikundige gedeelte van de dag was dat we een practicum moesten uitvoeren. We hebben in een gemixte groep van twee (een Italiaan en een Nederlander) aspirine gemaakt. Dit was heel leuk, vooral toen we te horen kregen dat de door ons gemaakte aspirine even goed (zuiver) was als die van de docent die ons heeft begeleid. Ik had toen zoiets van: "Wat ben ik goed zeg!"

Walaa Hassan

### Omdat de Italianen voor de verandering eens bèta-leerlingen waren (in plaats van rare kunstenaars), brachten we natuurlijk een bezoek aan onze eigen Technische Universiteit.

We bezochten 's middags de faculteit Werktuigbouwkunde, waar we veel hebben gezien: motoren, zonnepanelen en testmachines voor polymeren.
Wat ook heel interessant was: een jongeman liet ons zijn ontwerp voor design cd-hoezen zien. Als hij in zijn ontwerp slaagt, dan kunnen zijn hoezen waarschijnlijk in de nabije toekomst in de plaats komen van de huidige hoezen. Het was echt heel origineel en indrukwekkend. Ook mochten we met de computer zelf met CAD een stoel ontwerpen. Dit ging bij de één iets beter dan bij de ander, maar als je dat nodig had, kreeg je daarbij veel hulp en begeleiding.
Daarna gingen we naar de faculteit Elektrotechniek. Hier kregen we een demonstratie over hoogspanning. In een hal daar kunnen enorme voltages opgewekt worden en dus ook een soort bliksem. Ten slotte zijn we ook nog even naar het sportcentrum geweest.

Inge van Luijtelaer, Stéphanie Schampaert, Walaa Hassan, Rina Fahkry

### Op die manier wordt het alleen maar leuker op de universiteit

Leuk aan de TU/e is dat ze heel veel dingen voor de studenten organiseren, zoals studiereizen naar Milaan, Mexico en nog meer leuke steden. Je hebt ook een bar waar de studenten gezellig bij elkaar kunnen zitten en een beetje kunnen relaxen. En je hebt een TU/e sportcentrum, speciaal voor de studenten. Op die manier wordt het alleen maar leuker op de universiteit en hebben de studenten het naar hun zin.
De Italianen hadden het achteraf ook naar hun zin. Ze werden er steeds bij betrokken. Er werd de hele dag Engels gepraat, ook tegen ons, de Nederlandse groep. Dit was natuurlijk goed voor ons Engels. We hebben gemerkt dat de meeste wetenschappelijke, natuurkundige en scheikundige begrippen in allerlei talen bijna hetzelfde zijn. Het was daarom makkelijk voor de Italianen om alles te volgen.
Het was een zeer leuke excursie en het bleek heel anders te zijn dan we hadden gedacht. Het programma dat de TU/e voor ons had voorbereid, was heel leuk en indrukwekkend. Je had steeds de indruk dat

*"Er werd de hele dag Engels gepraat, ook tegen ons, de Nederlandse groep."*

*"De sfeer heeft me zo beïnvloed dat ik verlang naar de tijd dat ik mijn vwo-diploma heb en verder kan studeren in zo'n universiteit."*

*"We waarderen de moeite die de TU/e voor ons heeft gedaan enorm en bedanken ze heel erg."*

de docenten daar het leuk vonden om ons te ontvangen. We hebben allemaal veel geleerd, ook de Italianen natuurlijk. Het was voor hen hun laatste excursie in Nederland; leuk einde dus. We waarderen de moeite die de TU/e voor ons heeft gedaan enorm en bedanken ze heel erg.

Walaa Hassan

**Aan het eind van de dag bemerkte ik dat de dag heel snel was gegaan, ik had niet eens tijd gehad om op mijn horloge te kijken.**

Toen ik te horen kreeg dat we naar de TU/e gingen, dacht ik dat het heel saai zou zijn. Want het is een technische universiteit en ik vindt techniek heel saai. En omdat we daar tot kwart over vijf moesten blijven, dacht ik: "Het wordt zeker een zware dag voor mij". Maar toen we daar aankwamen, zag ik dat ik heel verkeerd had gedacht. Eerlijk gezegd, ik had niet verwacht dat het zo leuk zou zijn... Ik dacht wanneer zal het voor mij zo ver zijn om op zo'n plek te kunnen studeren; ik kan echt niet wachten tot over anderhalf jaar. De sfeer heeft me zo beïnvloed dat ik verlang naar de tijd dat ik mijn vwo-diploma heb en verder kan studeren aan zo'n universiteit.

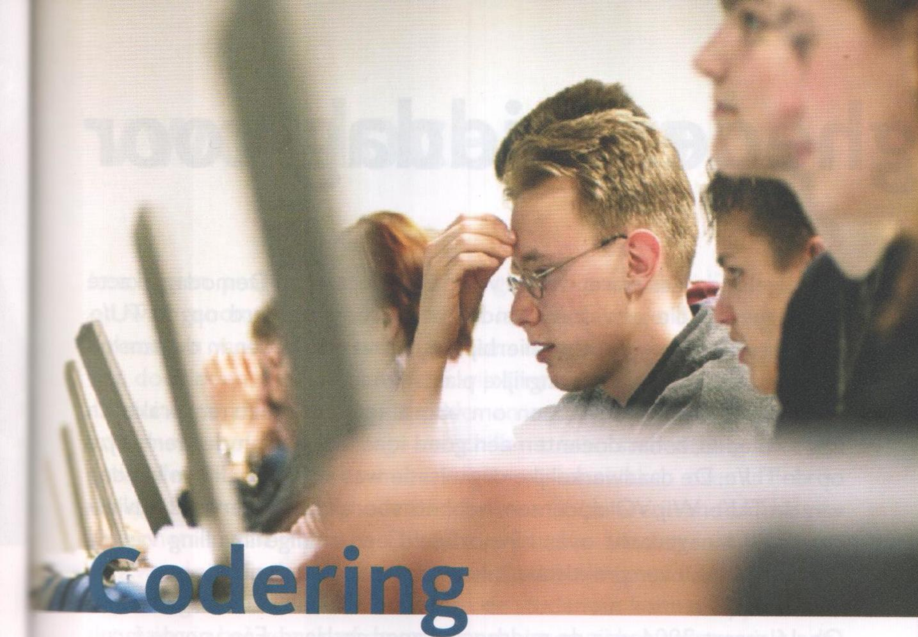
Kortom, het was voor mij een zeer leuke en leerzame dag. De mensen van de TU/e hebben zeer veel moeite voor ons gedaan om het leuk en interessant te houden. Alles was goed georganiseerd. Ik ben blij dat ik zo'n kans kreeg om deze dag mee te maken. Eens een keertje wat anders dan een saaie schooldag. Bedankt, jongens!

Rina Fahkry, Seley Gharanei



Rina Fahkry, Seley Gharanei, Walaa Hassan, Inge van Luijtelaer, Stéphanie Schampaert, Jeske van der Velden, Bart de Vreede, vwo-5 Pleincollege Bisschop Bekkers, Eindhoven

*Engelstalig programma voor Nederlandse en Italiaanse jongeren*



"Deze dag heeft ons een goed inzicht gegeven in het studeren aan een technische universiteit."

# Codering

*Een praktische opdracht over het onderwerp Codering*

## Een buitenschoolse praktische opdracht

Als onderwerp hadden wij, Tom, Jelle en ik, gekozen voor Codering. Dit onderwerp sprak ons het meeste aan en leek het interessantst.
Deze praktische opdracht heb ik als zeer nuttig beschouwd en ook zo ervaren. Door deze opdracht heb ik een veel beter beeld gekregen van een studie aan, in dit geval, de Technische Universiteit van Eindhoven. Natuurlijk weten we nog lang niet alles van het Coderen, daarvoor was de tijd die wij voor de opdracht hadden veel te kort. En, onze kennis te oppervlakkig. Maar de hoofdbeginselen van het Coderen zijn toch aan bod gekomen. Erg leuk voor iemand die later op dit gebied verder wil.

Voordat we daadwerkelijk aan de opdracht begonnen, hebben we het onderwerp eerst voorbereid. Door de voorbereiding, bestaande uit een boekje met informatie en opdrachten, kregen we al een goed inzicht in de opdracht die ons te wachten stond in Eindhoven. Tevens kwamen we door deze voorbereiding niet geheel als leken aan in Eindhoven en konden we toch al in grote lijnen volgen waar het bij het Coderen om gaat. We waren zelfs zo ver dat we meteen verder konden met de opdracht. Het voorbereidende werk sloot dus perfect aan op de uiteindelijke opdracht. De opdracht verliep dan ook erg goed en er kwamen eigenlijk maar weinig moeilijkheden voor.

Het enige spijtige was dat we het programma Mathematica voor het eerst te zien kregen. Met de praktische opdracht moesten we voor het eerst werken met Mathematica. Omdat we de commando's voor het programma nog niet wisten, ging het werk dan ook in een tempootje lager. Toen dit wel het geval was, ging ook dit goed en konden we onze praktische opdracht tot een goed einde brengen.

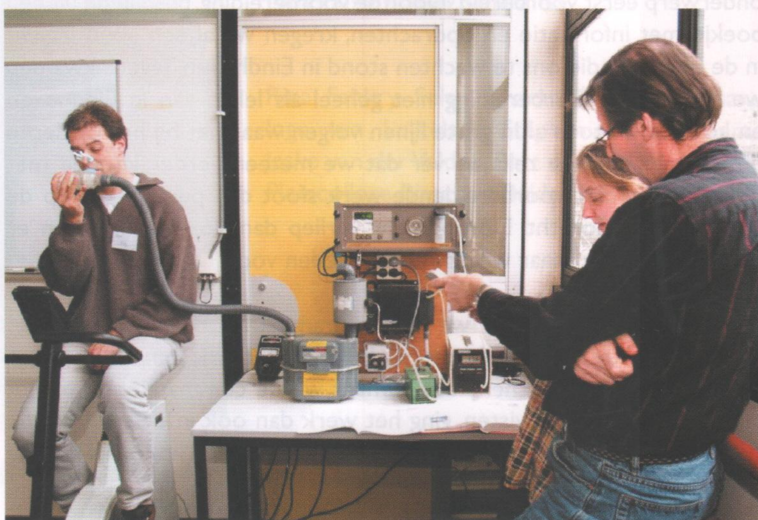
Bjorn Hendriks, leerling 6 vwo
Mill-Hillcollege, Goirle

# Vaardighedenmiddag voor

Docenten in discussie bij de casus 'Menselijke verbrandingsmotor'

Het afgelopen jaar waren wij lid van de productgroep Demodag Exacte Vaardigheden die een docentendag heeft georganiseerd op de TU/e. De achterliggende gedachte hierbij was dat vaardigheden in de aansluitingsproblematiek een belangrijke plaats innemen.
In het vooroverleg is gekozen om vooral iets concreets en praktisch aan te bieden, zodat docenten een goed idee krijgen van de werkwijze op de TU/e. De daadwerkelijke organisatie was voornamelijk in handen van de TU/e. Wij, VO-docenten, hebben vooral gefungeerd als adviesgroep en meegedacht over bijvoorbeeld een zinnige invulling van de dag, maar ook over praktische zaken omtrent de organisatie.

Op 16 maart 2004 was de middag zelf zeer geslaagd. Eén van de facultaire programma's werd georganiseerd door Werktuigbouwkunde en Biomedische Technologie. Daar werd een goed beeld verkregen van de werkwijze die eerstejaars studenten moeten aanleren. En wij konden aan den lijve ondervinden welke problemen en vragen studenten tegen kunnen komen bij het maken van de casus 'menselijke verbrandingsmotor' (de TU/e hanteert Ontwerp Gericht Onderwijs als onderwijsmodel). Interessant was ook om deel te nemen aan een practicum, voortkomend uit de casus. Via een meetopstelling in het Leonardo's Lab, hebben we enkele experimenten uitgevoerd waarmee zowel de menselijke verbranding als die in conventionele motoren onderzocht kan worden.
De deelnemende docenten waren zeker positief, ook over het gezamenlijke programma van Technische Natuurkunde en Toegepaste Wiskunde. Dit programma had een iets ander karakter dan het hierboven



*Een experiment om de menselijke verbranding te vergelijken met die van een conventionele motor*

# vwo-docenten

beschreven programma, doordat er geen experimenteel gedeelte in op was genomen. In plaats daarvan is ons, gebaseerd op de eerste ervaringen van de TU/e met studenten die de Tweede Fase vwo hebben doorlopen, op een praktische wijze inzicht gegeven in inhoudelijke aansluitingsproblemen bij wiskunde- en natuurkundevakken. Het lijkt er namelijk op dat onderlinge verschillen tussen studenten groter zijn geworden betreffende de mate waarin ze beschikken over inzicht in wiskundige rekenvaardigheden, zoals het manipuleren van formules en het schetsen van grafieken. Dit lijkt verband te houden met de invoering van de grafische rekenmachine en de wijze waarop deze in het vwo wordt ingezet. De verschillen tussen de studenten komen bijvoorbeeld tot uiting in het gemak of de moeite waarmee zij het eerste wiskundevak uit de propedeutische fase (Calculus 1) weten te behalen.
Het was een eye-opener om samen met de aanwezige universitaire docenten één van de eerste propedeutische tentamens wiskunde/natuurkunde te analyseren. Duidelijk naar voren kwamen de verschillen en overeenkomsten tussen de wijze van examineren in het vwo en binnen het technische universitaire onderwijs.

Naar aanleiding van de Demodag denken we dat er zeker mogelijkheden zijn om in samenwerking met de TU/e bepaalde werkvormen ook op VO-scholen in de hogere klassen van het vwo toe te passen. Leerlingen krijgen hierdoor beter inzicht in de werkvormen die hen te wachten staan bij een universitaire vervolgstudie.

drs. Karin van Dueren den Hollander, docent Biologie
Katholieke Scholengemeenschap, Etten-Leur
Renata Braspenning, docent Natuurkunde
Prisma College - Graaf Engelbrecht, Breda
Ad Belleter, docent Scheikunde
Scholengemeenschap Breda, locatie Markenhage College

"Ik vond het erg leuk en leerzaam om de ervaringen van de universitaire docenten te horen."

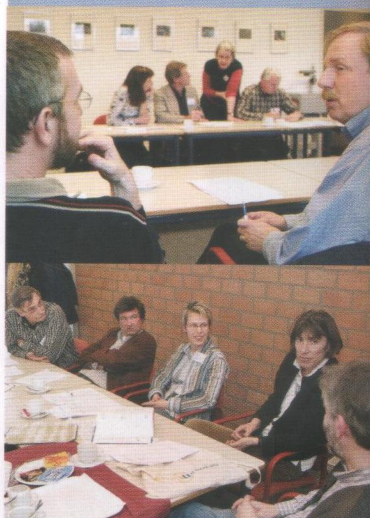
"Nuttig gehoord te hebben wat verwacht wordt van studenten."

"Prima, maar nu het vervolgtraject."

"Leerzaam, herkenbaar, wellicht kan dit leiden tot een goede dialoog tussen VO en WO."

"We moeten vooral eens nadenken over de (inhoudelijke) aansluiting en inzetten van elkaars capaciteiten, vermogens en ervaring."

*"Een geleerde les is dan ook dat het van groot belang is om de doelgroep rechtstreeks te benaderen."*



*Aan de hand van een propedeutisch tentamen worden inhoudelijke aansluitingsproblemen tussen het vwo en de TU/e besproken.*

*"Je moet hier echt alles weten, op de middelbare school hoef je van een hele pagina maar een klein stukje echt te weten."*

# Fouten verbeteren

## Masterclass Wiskunde

**"Niet schrikken van de formuleringen, die zien er stoerder uit dan ze zijn", stelt prof. dr. ir. Henk van Tilborg zijn toehoorders gerust. Van Tilborg gaf vrijdag 12 maart 2003 de masterclass Wiskunde "Foutje? Dat verbeteren we toch!" Leerlingen uit vijf en zes vwo konden zich aanmelden voor de masterclass in het TU/e gebouw Helix.**

De scholieren leren hoe ze op eenvoudige wijze foutjes in bijvoorbeeld foto's of cd's kunnen verbeteren. Als voorbeeld gebruikt Van Tilborg een foto van een jongen uit de zaal. Hij zorgt ervoor dat een paar pixels in de foto fout zijn, daarna verbetert hij de foto met een formule.

Saron Donker en Daisy van Iperen van het Maerlant College in Brielle zijn naar de masterclass gekomen omdat ze er een studiepunt voor krijgen. De zestienjarige scholieren doen allebei het profiel Natuur & Gezondheid met wiskunde B1. "Als het niet leuk is, of te moeilijk, dan gaan we gewoon winkelen", zegt Van Iperen lachend.

Alles in de masterclass draait om nulletjes en eentjes, plus één en min één. "De 'grote truc' is dat je codewoorden maakt van nulletjes en eentjes, die op minstens drie punten van elkaar verschillen. Als er dan een foutje in zit, kun je toch nog vrij makkelijk ontdekken welk codewoord het moet zijn", legt Van Tilborg uit. 's Ochtends om tien uur krijgen de scholieren een kort college met een demonstratie, daarna mogen ze zelf aan de slag met de opdrachten. Voor de middag staat nog eens zo'n serie op het programma.

Yves Houben van scholengroep Trevianum in Sittard vindt het allemaal erg interessant. Maar hij is dan ook van plan Toegepaste Wiskunde te gaan studeren aan de TU/e. Zijn klasgenoten Frank Coenen en Remco de Bruijn hebben wat meer moeite om het allemaal te volgen. "Je moet hier echt alles weten, op de middelbare school hoef je van een hele pagina maar een klein stukje echt te weten", zegt De Bruijn. Maar ook al kunnen ze de toegepaste wiskunde niet zo goed volgen, ze zijn wel van plan om naar de TU/e te gaan. De jongens zien Werktuigbouwkunde wel zitten.

Redactie Cursor
TU/e

*Uit Cursor 25 (TU/e), jaargang 46, 18 maart 2004*

*Foutje? Dat verbeteren we toch? College van prof. dr. ir. Henk van Tilborg*

# Dopingproject

Op 12 mei 2004 ben ik met mijn zes leerlingen uit 5 vwo met profiel N&T een dagdeel in het Helixgebouw van faculteit Scheikundige Technologie op bezoek geweest. Het is inmiddels de derde keer dat ik met zo'n groep leerlingen een dergelijk bezoek afleg. De eerste keer was het doel een kennismaking met diverse analyseapparatuur. De tweede keer ging al meer richting wat eigen metingen door de leerlingen met de bovengenoemde apparatuur, maar verliep niet helemaal zoals ik het voor ogen had.
Deze derde keer echter was de organisatie nog meer uitgekristalliseerd. De leerlingen werkten in groepjes van twee en kregen elk bij binnenkomst een voor hen onbekende stof waarvan zij zelf de spectra opnamen. De drie verkregen spectra vormden de puzzel voor het oplossen van de formule van de onbekende stof. Verder deden ze een kwantitatieve meting (HPLC) van cafeïne als onderdeel van een dossieropdracht.
De uitvoering was mede door de goede voorbereiding prima verlopen.

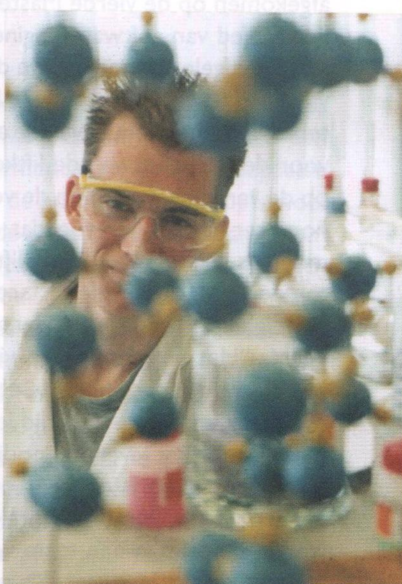
De leerlingen hebben het bezoek als zeer positief ervaren. Mogelijk kiest nu een van de zes leerlingen volgend jaar na het examen voor een studie Scheikundige Technologie aan de TU/e, zodat we maar weer eens kunnen zien dat het mes aan twee kanten kan snijden.

drs. Aad Zilverschoon, docent Scheikunde
2 College Oisterwijk, Oisterwijk

*"Verder deden ze een kwantitatieve meting (HPLC) van cafeïne als onderdeel van een dossier-opdracht."*



*Het maken van een verdunningsreeks*



*Moleculen als tussendoortje*

# Scholieren leren fijne kneepjes van het vak

## Masterclass Software Engineering

**De Technische Universiteit Eindhoven organiseerde een tweedaagse Masterclass Software Engineering voor 5 en 6 vwo'ers. Negen leerlingen bouwden samen aan de besturing van een lift. "Het programmeren is het leukst. Gewoon lekker prutsen."**

*"Voordat het denkwerk echt af is, beginnen ze al met coderen."*

"Ik wil nette programmacodes, jongens. Wat ik nu zie is veel te rommelig", zegt Tom Verhoeff, docent aan de faculteit Technische Informatica van de Technische Universiteit Eindhoven en een van de begeleiders van de Masterclass Software Engineering. Negen vwo-scholieren die zijn afgekomen op de vierde Masterclass die de universiteit organiseert op het gebied van software engineering kijken hem met een verhit hoofd aan. De afgelopen anderhalve dag hebben zij gewerkt aan een simulatie van een lift met zelfgebouwde besturingsonderdelen. In groepjes stortten zij zich met behulp van de aanwezige softwaresimulatie op modules voor de besturing van de liftkooi, de deuren, de knoppen in de lift en op de verdiepingen en op de verzoeken en hun afhandeling. Ze hebben nog precies een uur voordat de deadline verstrijkt. Dan worden alle modules geïntegreerd in de liftsimulatie en staat er een acceptatietest aan de hand van enkele testscenario's op het programma.

Slordigheid is iets dat volgens Verhoeff elke Masterclass weer terugkeert. "Het programmeren vinden ze het leukst. Voordat het denkwerk echt af is, beginnen ze al met coderen. Hierdoor wordt de code rommelig en zijn ze veel tijd kwijt aan het uitvoeren van herstelwerkzaamheden. Dat levert de nodige chaos op."

"De Masterclass is opgezet om leerlingen een idee te geven van de manier waarop er in de praktijk bij software-engineeringsprojecten wordt gewerkt: in een team waarin elk van de deelgroepen een deelproduct maakt. Het gaat dus niet om het individueel oplossen van lastige algoritmische problemen, zoals bij de Informatica Olympiade het



*Als een team wordt gewerkt aan een besturingssysteem voor een lift tijdens de Masterclass Software Engineering*

geval is. De Masterclass richt zich meer op informatica als ingenieursdiscipline: samen construeren de deelnemers een complex softwareproduct. Het teamwork levert een product op dat meer is dan de som der delen", legt Victor Zawadzki, aansluitingsdocent Technische Informatica bij de TU/e, uit.

"De Masterclass richt zich meer op informatica als ingenieursdiscipline. Het teamwork levert een product op dat meer is dan de som der delen."

## Doodzonde

Eerstejaarscoördinator Ria van Ouwerkerk denkt dat de Masterclass een goed beeld geeft van het vak software engineering. "Het is een mooie aanvulling op het keuzevak Informatica. Het belicht bepaalde elementen van het vakgebied die tijdens de normale lesuren op school niet aan de orde komen." Zij hoopt dat door de Masterclass scholieren op het idee komen Technische Informatica te studeren aan de Eindhovense universiteit. "Maar dat is niet het belangrijkste. Jongeren de fijne kneepjes van het vak leren, daar gaat het om." Zij betreurt het dat er nauwelijks meisjes op de Masterclass afkomen. "Tot nog toe waren het er nog maar twee. Dat is veel te weinig. Ik heb geen flauw idee waar dat aan ligt... Maar het is doodzonde. Het is zo'n mooi vak!"
Algoritmische voorkennis is niet vereist om deel te kunnen nemen aan de Masterclass, maar de leerlingen moeten wel beschikken over elementaire programmeerkennis in Pascal, C of Java. Bij de Masterclass wordt namelijk gebruik gemaakt van de programmeertaal Pascal. Als tool wordt Delphi 6.0 PE gebruikt. "Pascal is een geschikte programmeertaal voor beginners. De eerste versie van de simulatiesoftware

heb ik een paar jaar geleden omgeschreven naar C. Dat was minder geschikt voor mensen die nog niet zo veel afweten van programmeren. Vandaar dat we dat hebben aangepast", zegt laatstejaarsstudent Technische Informatica Marcel Koonen, die verantwoordelijk is voor de software en de scholieren deze twee dagen begeleidt. Hij heeft voor deze simulatie gekozen omdat de scholieren zich er iets bij voor kunnen stellen. "Het is complex genoeg en ze komen er regelmatig mee in aanraking. De link naar de praktijk is nadrukkelijk aanwezig."

## Aanmodderen

Volgens Koonen is er een groot verschil in wat er aan programmeren wordt gedaan op middelbare scholen. "Dat is sterk afhankelijk van de interesse en kunde van de docent die het keuzevak Informatica geeft." Dat merken de deelnemers Tim (18) en Frits (17) van het St. Willibrord College in Goes wekelijks. "Wij modderen maar wat aan op school. Wat ik weet van programmeren heb ik zeker niet daar geleerd. Ik heb het allemaal zelf uitgedokterd", zegt Tim, die Software Engineering wil gaan studeren in Delft. "De TU Delft sprak mij aan en staat internationaal goed aangeschreven." Zijn klasgenoot wil Technische Wiskunde gaan studeren aan dezelfde universiteit. "Ik vind Informatica leuk, maar ook weer niet zó leuk", licht hij zijn studiekeuze toe. Daar is zijn buurman Sjoerd, 6 vwo'er op de Nijmeegse Scholen Gemeenschap (NSG), het mee eens. "Ik wil journalistiek gaan studeren. Informatica vind ik wel leuk, maar het lijkt me niets om er vier jaar lang alleen maar mee bezig te zijn. Ik vind het meer iets voor erbij."

Zijn klasgenoten Felix en Kevin willen ook liever iets anders studeren dan Informatica; zij hebben zich ingeschreven voor respectievelijk Wiskunde en Geneeskunde. 5 vwo'er Bjorn van het Dr.-Knippenbergcollege uit Helmond wil Toegepaste Wiskunde of Econometrie gaan studeren. "Twee totaal verschillende studies. Ik ben er nog niet helemaal uit." Zijn klasgenoot Willem wil Tandheelkunde studeren. "Informatica vind ik veel te droog."

*"Ik ben ermee opgegroeid. Ik kon mijn naam eerder typen dan schrijven."*

Daar zijn Antolin en Simon van het Koning Willem II College uit Tilburg het niet mee eens. Zij willen wel graag Technische Informatica studeren. Antolin: "Ik ben ermee opgegroeid. Ik kon mijn naam eerder typen dan schrijven." Ook Simon komt uit een Informatica-gezin. "In de tweede klas was ik al bezig met programmeren. Ik zou niet weten wat ik anders zou moeten gaan studeren."

Ester Schop
Redacteur Automatisering Gids (ESC)

# Ballen en wind-tunnels

## Verslag van een profielwerkstuk

Nadat we besloten hadden dat ons profielwerkstuk zou gaan over de aërodynamica van sportballen wisten we dat het, gezien het onderwerp, logisch zou zijn om via experimenten gegevens te verzamelen om ons profielwerkstuk tot een succes te kunnen maken.
We vroegen hiertoe advies aan onze natuurkundedocent en hij stelde voor om eens bij de TU/e aan te kloppen. Hij heeft daar namelijk Technische Natuurkunde gestudeerd en was ervan op de hoogte dat de TU/e bereid is om leerlingen uit de 2e fase te helpen met hun profielwerkstuk.

Via e-mail hebben we met de TU/e contact gezocht en zo zijn we al snel in contact gekomen met onze contactpersoon, Gijs van der Heijden. Aan hem hebben we de bedoeling van ons profielwerkstuk uitgelegd, besproken welke experimenten we wilden uitvoeren en samen met hem bekeken in hoe verre dit mogelijk was.

In ons experiment hebben we verschillende sportballen (een honkbal, een hockeybal, een tennisbal, enzovoorts) opgehangen in een windtunnel om te onderzoeken hoe de vorm, grootte en de aan- of afwezigheid van naden van invloed is op de luchtweerstand. Samen met onze contactpersoon hebben we allereerst stap voor stap bekeken hoe we onze sportballen in de windtunnel konden ophangen. Vervolgens zijn we een dag op de TU/e samengekomen om de windtunnel te inspecteren en te bepalen hoe we onze experimenten zouden gaan uitvoeren.
"Omdat wij een persoonlijke contactpersoon hadden, konden we eenvoudig en effectief bekijken hoe we het onderzoek gingen uitvoeren."
Nadat we alles hadden bekeken, hebben we een datum vastgesteld voor het daadwerkelijk uitvoeren van het experimentele onderzoek.

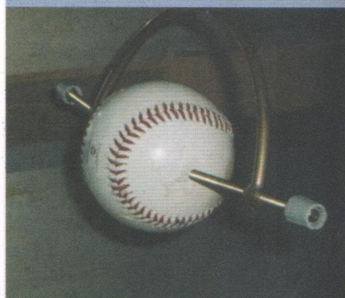
Tijdens die dag hebben we de hele dag met behulp van Gijs met de windtunnel gewerkt en hebben we uitvoerig aan onze collectie sportballen kunnen meten. Behalve dat hij ons geholpen heeft met de praktische kant van ons profielwerkstuk, heeft hij ons ook verder geholpen met de theoretische kant van het verhaal. Dit betrof voornamelijk hulp bij formules om de bevindingen mee te ondersteunen en het meedenken over mogelijke invloeden op de luchtweerstand.

Kay Mennens, leerling 6 vwo
Pim van der Asdonk, leerling 6 vwo
College Den Hulster, Venlo

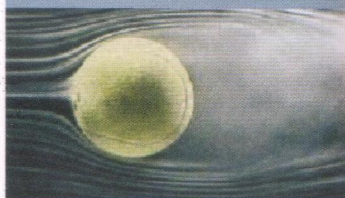
*"De hulp van de TU/e heeft ontzettend veel bijgedragen aan het succes van ons profielwerkstuk."*



*Uitvoeren van een experiment met de windtunnel*



*De ophanging van een honkbal in de windtunnel*



*Het verkregen stromingsprofiel door een tennisbal in de windtunnel op te hangen*

# Masterclass elektrotechniek

## Gepulsd vermogen en optische signalen

Samen met Technische Natuurkunde (TN) zijn dit jaar door Elektrotechniek (E) Masterclasses georganiseerd. De beste leerlingen uit 5 vwo die geïnteresseerd zijn in bètavakken en later een technische studie willen gaan doen, vormen samen met vier of vijf leerlingen van andere scholen een universitaire onderzoeksgroep, ofwel een 'Masterclass'. De Masterclass krijgt een probleem voorgelegd en gaat deze gedurende vijf dagen, verspreid over vijf weken, verder uit proberen te werken. Geen voorgekookt project waarvan de uitkomst van tevoren eigenlijk al vaststaat. De Masterclass wordt begeleid door een universitaire medewerker of door een student-assistent.

### Start Masterclass Elektrotechniek

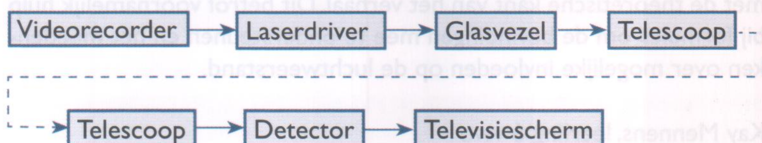
Daar zaten ze dan, 24 leerlingen van diverse middelbare scholen in de collegezaal van de faculteit Elektrotechniek. Op de eerste maandag in maart 2004 startte de Masterclasses van zowel Elektrotechniek als Technische Natuurkunde.

*"Een waar TU/e record!"*

### Free Space Optics

Optische signalen door de ruimte, ofwel Free Space Optics (FSO) is het onderwerp waaraan een groepje leerlingen gedurende de Masterclass heeft gewerkt. Er zijn mensen die geloven dat FSO de manier is om in de toekomst nog sneller informatie te versturen. Er is echter nog heel wat onderzoek nodig voordat dit op grote schaal toegepast kan worden.

Een duidelijk voordeel van FSO is dat het niet meer nodig zal zijn om kabels onder de grond te leggen. Eén van de nadelen is echter dat het erg storingsgevoelig is. Wat zal er gebeuren als het regent of mistig is? Het einddoel van dit project is om videobeelden door de lucht te zenden en om te onderzoeken hoe gevoelig dit systeem is voor allerlei storingen. Om het geheel iets overzichtelijker te maken, staat hieronder een blokschema van het systeem waaraan Elco Ahout, Joris Kommeren, John Otten, Christian Roelofs en Thijs Verhees gewerkt hebben.




*Blokschema voor de verzending van optische signalen door de ruimte*

Om meer inzicht te krijgen in hoe videosignalen zijn opgebouwd werd de eerste dag een bezoek gebracht aan het Natlab van Philips. Na de uitleg en lunch volgde een rondleiding over de campus. Verder stonden er demonstraties van HD-TV en 3D-TV op het programma, evenals een kijkje in de serverruimte van Philips waar supercomputers staan om de berekeningen die met beeldbewerking te maken hebben uit te voeren. Tot slot werden een aantal metingen gedaan aan een videosignaal, de invloed van ruis bekeken en zelf een stukje digitale video bewerkt.

De tweede dag stond het zenden met licht op het programma. Hoe zend ik informatie over met behulp van licht? De laserdriver. Hoe werkt het? Wat zijn de belangrijkste eigenschappen? En natuurlijk de laserveiligheid. Een pittig stuk theorie. Daarna hebben de leerlingen een laser aan een glasvezelkabel gekoppeld, de glasvezel op de telescoop bevestigd en de telescopen gericht. Een uiterst precies karwei en als je dan de gebruiksaanwijzing niet leest... Maar aan het einde van de dag konden ze een signaal versturen.

Toen de ontvangst nog. Daar werd de derde dag aan gewerkt. Ze waren de hele dag druk bezig met de detectorschakeling te solderen. Sommigen wilden zelfs niet lunchen omdat het nog niet af was. Tegen een uur of drie konden ze beginnen met testen. Voorlopig werd alleen getest op het reageren op licht (nog geen signaal in het licht). Na wat verbeteringen en nog wat testen werkten om vier uur twee van de drie schakelingen.

De week daarna volgde de daadwerkelijke poging om signalen over te zenden. Uiteindelijk lukte het om optische signalen over een afstand van meer dan 14 meter te versturen. Een waar TU/e record!

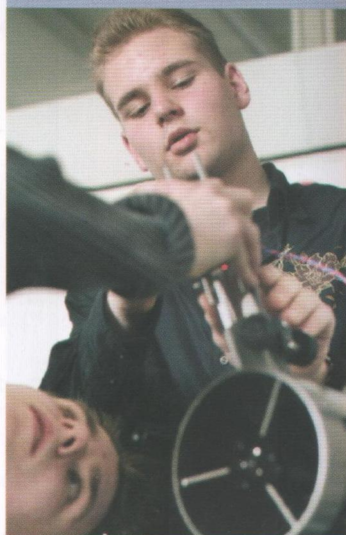
### Pulse Power Purification

Frank Baas, Meike van de Broek, Dirk Meeuws, Maarten Postma en Yannick Tollenaere zijn de deelnemers aan een ander Masterclass–project genaamd "Pulse Power Purification" (gepulst vermogen). Waarschijnlijk heb je hiervan nog nooit gehoord, maar het is een vakgebied waar we in het dagelijkse leven steeds meer mee te maken zullen krijgen.
Toepassingen zijn:

- Bodemonderzoek van oceanen;
- Verwijdering van algen uit water;
- Luchtreiniging.

Dat metalen goede elektrische geleiders zijn is bekend. Maar dat lucht gaat geleiden als je de spanning maar hoog genoeg maakt, is een onbekender fenomeen. Als lucht gaat geleiden spreekt men ook wel van een doorslag. Een doorslag in lucht kun je goed zien en horen. Gasaanstekers werken bijvoorbeeld volgens dit principe. Om uiteindelijk water te kunnen reinigen, wordt gebruik gemaakt van corona-ontlading.
Vermoedelijk heb je wel eens gehoord van de corona rond de zon: een blauwe gloed die goed te zien is tijdens een zonsverduistering. Ver weg denk je? Ook kopieerapparaten maken gebruik van een corona-ontlading om de inkt van de toner op het papier te krijgen. Een corona in lucht zorgt ervoor dat een deel van de aanwezige zuurstof wordt

*"Voor hen was het inmiddels de normaalste zaak van de wereld om tussen megavolts en bliksem te werken."*





*Masterclass Free Space Optics: de finishing touch aan telescopen voor het versturen en ontvangen van optische signalen*

*"Oeps. Voor zoveel mensen heb ik nog nooit een presentatie gehouden."*

omgezet in ozon. Ozon heeft een karakteristieke geur die je ook altijd ruikt als je bijvoorbeeld een kopieerapparaat gebruikt.

Een corona ontstaat als je heel kort een hele hoge spanning tussen twee elektrische contacten aanbrengt. Het medium tussen de geleiders begint al geleidend te worden, maar voordat het compleet doorslaat wordt de hoge spanning weer verwijderd. Dit proces is goed waarneembaar, doordat het een eveneens blauwe gloed rond de contacten veroorzaakt. Deze corona wordt in de Masterclass Pulse Power Purification gebruikt om gassen en vloeistoffen te reinigen
Hiertoe voeren de leerlingen alle metingen uit in de hoogspanningshal van de faculteit Elektrotechniek. De hal is een afgeschermde metalen kooi van 18 x 24 x 14 meter. Die afscherming is noodzakelijk, omdat zonder die afscherming de elektrische buitenwereld te veel gestoord zou worden.
De eerste dag kregen de deelnemers een pittige introductie over meetsystemen en opstellingen. De nieuwe kennis ging duidelijk verder dan hun 5 vwo niveau. Maar dat vonden ze niet erg. Een deelnemer merkte op dat hij door zijn leraar naar deze Masterclass was gestuurd omdat hij tijdens de les toch maar niets zat te doen. Tot hun verbazing zagen ze dat coaxkabels altijd met een 75 Ω weerstand moeten worden afgesloten, omdat je anders dan reflecties krijgt.
Dat de leerlingen trots zijn op de in de Masterclass bereikte resultaten bleek duidelijk tijdens gezamenlijke afsluiting van alle projecten, zowel van de Masterclass Elektrotechniek als die van Technische Natuurkunde. Op een zaterdagochtend, begin april 2004, verzamelden hiertoe de leerlingen, hun ouders, kennissen, vrienden, docenten, begeleiders en medewerkers van de TU/e zich in het Auditorium van de TU/e. Door ieder onderzoeksgroepje werd een korte presentatie verzorgd. "Oeps", zei Nicky Gerritsen, "Voor zoveel mensen heb ik nog nooit een presentatie gehouden", toen hij de ruim 250 belangstellenden de zaal zag binnenlopen.

Henry van Bergen, docent Natuurkunde, vwo-aansluitingsdocent E-TU/e
Koning Willem II College, Tilburg

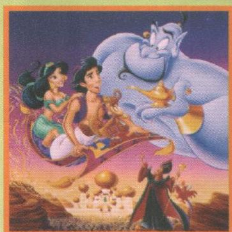



*De afsluiting van de Masterclasses E en TN in het Auditorium van de TU/e was gedeeltelijk in handen van natuurkundedocent Henry van Bergen*

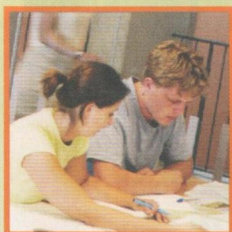


**Universiteit Twente**

***de ondernemende universiteit***



# Hoofdstuk 3



## Het Aladin-project

**Projectgroep 1: "Wiskundige begripsontwikkeling gericht op meetkunde"**

**Projectgroep 2: "Optimaal spelen met grafen"**

**Projectgroep 3: "Procestechnologie in het scheikundeprogramma"**

**Projectgroep 4: "SimQuest"**

**Projectgroep 5: "Flexibele arbeidsmarkt"**

**Projectgroep 6: "Co-lab"**

**Projectgroep 7: "Reconstructie stadsbeeld Oldenzaal"**



## LINX

## Techniekprojecten

**Techniek 15+**
**Technologie en Samenleving**
**Profielwerkstukkenprijs**
**Met je klas naar het lab**



# Aladin-project Universiteit Twente

## De onderzoekende geest uit de fles

De Universiteit Twente (UT) verbetert de beeldvorming over wetenschap bij VO-scholieren onder de naam Aladin: een metafoor voor het "uit de fles halen van de wetenschap". Wetenschap moet voor scholieren worden geconcretiseerd: "wat is het en wat kun je ermee?" zijn vragen die centraal staan in dit project.
Het Aladin-concept is gebaseerd op een Antarctica-expeditie in 2002 van een Canadese docent, Gary Gallant, die tijdens de expeditie is betrokken bij onderzoek van diverse wetenschappers: biologen, ecologen, historici, geologen etc. Dankzij multimedia (e-mail, websites, webcam, telefoon, etc.) hebben scholieren thuis kunnen delen in de opgedane kennis en ervaringen van Gary tijdens deze expeditie.
Scholieren konden participeren in de expeditie door het lezen van de reisverslagen, het maken van opdrachten en het stellen van vragen.

Het doel van het Aladin-project is docenten en scholieren een goed beeld te geven van het huidige wetenschappelijk onderzoek en het beroep van een wetenschappelijk onderzoeker.
Uitgangspunt van Aladin is de koppeling van een UT-onderzoeker en een VO-docent van (zo veel mogelijk) hetzelfde vakgebied. De docent wordt betrokken in het lopende onderzoek en treedt vervolgens als een vertaler/intermediair op tussen de onderzoeker en de scholieren. De docent ontwikkelt 'iets' (een module, een proefopstelling, een practicum, enz..) dat de betreffende wetenschap weerspiegelt en waarmee de scholieren aan de slag gaan. De wetenschap wordt concreet gemaakt.

Voor het Aladin-project zijn in totaal 7 projectgroepen gevormd. Hier worden de groepen nader toegelicht:



### Projectgroep 1: "Wiskundige begripsontwikkeling gericht op meetkunde"

Vakgebied: Wiskunde

Dit Aladin-project vloeit voort uit een promotieonderzoek. In het project staat het doen van onderzoek centraal waarbij wordt uitgegaan van de gedachte dat scholieren in het wiskundeonderwijs te weinig komen tot abstracties.
Om scholieren dit te leren, dienen wiskundeopgaven te worden gemaakt (uit de methode "Getal en Ruimte") die op een website staan. Scholieren kunnen bij deze opgaven gebruik maken van een begrippenlijst, een heuristische aanwijzingslijst en van het tekenpakket Cinderella. De onderzoeksvraag die centraal staat in dit project luidt:
*"Leidt het oplossen van wiskundige problemen, gebruik makend van een begrippenlijst, heuristische leeraanwijzingen en het tekenpakket Cinderella tot verbetering van het wiskundeonderwijs?"*

De genoemde begrippenlijst bestaat uit een alfabetisch geordende lijst, waarin elk begrip op drie

abstractieniveaus is gerepresenteerd. Scholieren sturen hun antwoord, in vijf denkstappen opgebouwd, in per e-mail waarna ze hun antwoord vervolgens kunnen controleren, vergelijken en analyseren met een antwoordmodel. Er wordt met name gekeken naar de wijze waarop scholieren hun oplossing kunnen (be)argumenteren, in spreektaal (het nul-niveau), formele taal (het eerste niveau) of logica (het tweede niveau). De docent vervult een ondersteunende rol door samen met scholieren heen en weer te pendelen tussen verschillende representaties van één wiskundig begrip. In totaal zijn 10 klassen van 3 verschillende scholen, en in totaal 8 docenten bij het onderzoek betrokken.
De beeldvorming van 'de wiskundige' met betrekking tot wat deze persoon denkt en doet, komt tot uitdrukking doordat scholieren zonder instructie of boek zelfstandig denkend aan de slag gaan met toepassings-, onderzoeks- en ontwerpproblemen. Op deze manier ervaren de scholieren de praktijk van een wiskundige. De opgaven betreffen zoveel mogelijk problemen die zich voordoen in de praktijk van alledag.

## Projectgroep 2: "Optimaal spelen met grafen"

Vakgebied: Wiskunde

In dit project staat een masterclass centraal, bestemd voor 5 vwo scholieren met wiskunde b1 of wiskunde b1,2. De scholieren die zich opgeven komen naar de UT waar ze kennismaken met het onderwerp. Uitgangspunt van deze masterclass is dat de wiskunde niet af is.

Leerlingen kunnen kiezen uit vier wiskundige problemen: roosterproblematiek, speltheorie, graafrepresentaties en het handelsreizigerprobleem. Het handelsreizigerprobleem houdt het volgende in: *"Hoe kun je er voor zorgen dat je via een zo kort mogelijke route alle punten bezoekt? Je kunt natuurlijk alle mogelijke routes gaan berekenen met computers en dan kijken wat de kortste route is, maar dit kost heel veel rekentijd. Dit kan natuurlijk gemakkelijker: er zijn verschillende algemene manieren (heuristieken) om korte routes te vinden in verschillende situaties."*

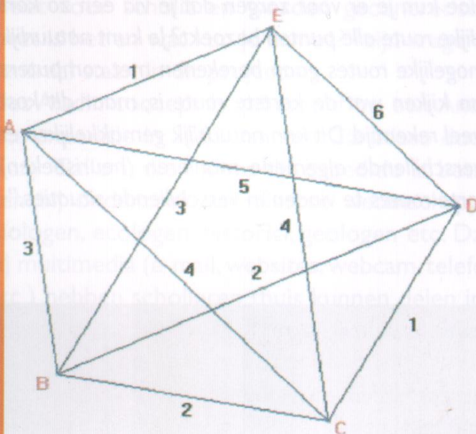


**Eigen heuristiek**

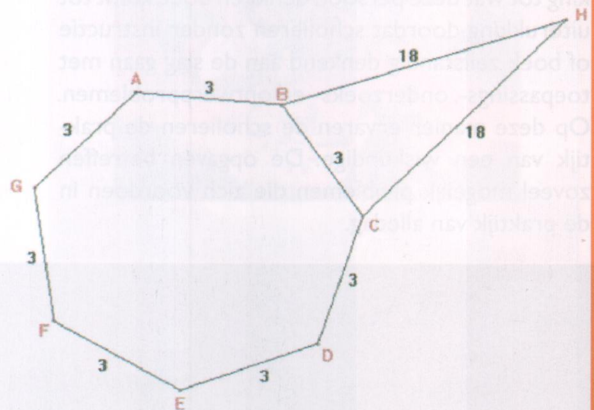
We hebben deze heuristiek zelf bedacht in de vijfde les op de Universiteit Twente, tijdens de eerste les die ging over het handelsreizigersprobleem. Deze heuristiek is dus bedacht door ons, terwijl we inhoudelijk nog weinig van het probleem afwisten. Toch is het vaak een aardig goede heuristiek. Hij werkt als volgt:

1. Je kiest als beginpunt een punt waaraan een lijnstuk is verbonden met de kortste waarde.
2. Je hebt nu een beginpunt en kiest het volgende dichtstbijzijnde nog niet verbonden punt. (je volgt dus het lijnstuk die je bij 1 hebt gekozen.)
3. Ga vanuit dat punt weer naar het volgende dichtstbijzijnde punt. Indien er meerdere kortste wegen zijn kijk je eventjes vooruit, ga naar het punt toe die daarna de kortste mogelijkheden biedt.
4. Ga weer terug naar het beginpunt als alle punten verbonden zijn.

Deze heuristiek werkt soms wel goed maar soms ook absoluut niet.
We hebben van allebei een voorbeeld.




WEL




NIET

*Een uitwerking van het handelsreizigerprobleem*

## Spelen met grafen

"Via mijn leraar wiskunde, Henri Ruizenaar, hoorde ik dat er een project zou zijn om een praktische opdracht of profielwerkstuk te maken: Optimaal Spelen met Grafen. Het leek me handig om begeleid en samen met mensen die 'gemotiveerd' zich ook voor zo'n project hadden opgegeven een verslag te schrijven. Bovendien leer je dan weer nieuwe mensen kennen. Daarnaast leek me het interessant om me zo op een andere manier met wiskunde bezig te houden dan op school. Het was immers discrete wiskunde in tegenstelling tot continue wiskunde die je voornamelijk op school krijgt.

Ik kom regelmatig op de UT, maar het was voor het eerst dat ik er aan het werk ging. Ik kwam binnen in een collegezaal, kende bijna niemand, mede doordat ik één van de weinige was die uit Enschede kwam. Het was even wennen zo in een situatie waarin je niemand kent. Maar daarin kwam gelukkig verandering in de pauze, toen we uitgebreid gebruik mochten maken van een kantine. Het viel me direct op hoeveel meisjes er naar verhouding waren.

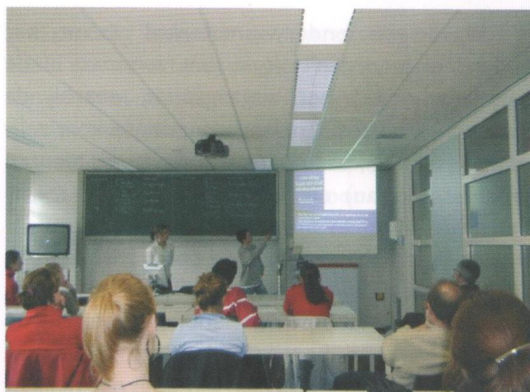
Tijdens de eerste drie bijeenkomsten gingen we aan de slag met grafen en het oplossen van graafproblemen aan de hand van een boekje. Ik had nog

nooit met grafen gewerkt, maar het was wel goed te begrijpen. Vooral doordat de stof eerst uitgebreid besproken werd, we vervolgens in groepjes de stof behandelden en de keer erop we de stof nog een keer bespraken. De sfeer was heel ontspannen; je hoefde niet heel hard te werken en we gingen er vrij makkelijk doorheen.
De drie bijeenkomsten daarna gingen we daadwerkelijk werken aan het profielwerkstuk. Eigenlijk werden we min of meer gedwongen een profielwerkstuk te maken, omdat een paar mensen daarvoor kozen in plaats van voor een praktische opdracht. Je kon een keuze maken uit vier onderwerpen: graafrepresentatie, het nim-spel, het handelsreizigersprobleem of roosterproblematiek. Iedereen mocht een keuze maken, maar je was er niet zeker van of je dat ook kreeg. Wij hebben gekozen voor roosterproblematiek, wat wij ook mochten doen.

Begeleid door student Peter de Haan gingen wij in twee groepjes van twee aan de slag. Hij liet je veel nadenken over de stof door je steeds zelf naar de oplossing te laten zoeken. Het is heel fijn dat je een student bij je hebt die goed in de stof zit en je daardoor goed kan helpen. We gingen heel gestructureerd door de stof heen. Het werkt heel stimulerend met een student. Daarnaast kan je met het andere groepje overleggen hoe zij een probleem aanpakken.

Tijdens de laatste bijeenkomst waren de presentaties. Je kreeg een mooi beeld wat de andere groepjes gedaan hadden. Bovendien kon je goed nagaan of je het zelf goed begreep. Daarna gingen we het geheel gezellig afsluiten met een borrel. Het was jammer dat het persoonlijke contact met iedereen zo ineens eindigde en je de meesten niet meer ziet. Desondanks was het wel handig dat je vragen kon blijven stellen per e-mail aan Peter.

Er gingen ook wel wat dingen minder goed. De voorwaarden van een profielwerkstuk waren bij Peter nog niet bekend. Je moest er tachtig uur aan besteden. Toen we redelijk op gang waren met het werkstuk zaten we op de helft. We hadden in totaal drie weken voor het schrijven van het profielwerkstuk, in mijn ogen veel te weinig, want ik moest binnen drie weken even veertig uur er tussen door doen om het te maken.


*Leerlingen presenteren grafen*

Het viel me tegen dat wat je behandelde in de laatste drie bijeenkomsten redelijk theoretisch bleef en je niet veel onderzoek deed. Je paste je heuristiek toe op simpele problemen. Van mij had het niveau nog wel iets hoger gemogen. Toch was het wel heel uitgebreid en leerde ik heel veel verschillende methoden om het probleem aan te pakken. Voor mijn gevoel leerde ik dit ook veel makkelijker dan dingen op school.

Als ik zo naderhand terugkijk op het project vind ik het een hele leuke ervaring, die veel voordelen had. Je weet nu beter hoe het eraan toe gaat op een universiteit en vooral op deze universiteit. Daarnaast krijg je een beeld van de studie toegepaste wiskunde. En bovendien zijn we samen op een fijne manier tot een hopelijk goed profielwerkstuk gekomen".

Wouter Mantel
Leerling Stedelijk Lyceum Enschede
Locatie Kottenpark

### Projectgroep 3: "Procestechnologie in het scheikundeprogramma"

Vakgebied: Scheikunde

In dit project wordt door een procestechnoloog van de UT en een VO-docent gewerkt aan de ontwikkeling van nieuw scheikundemateriaal waarbij, in navolging van het advies van de commissie van Kooten, *contextrijk* scheikundeonderwijs centraal staat.

In dit nieuwe onderwijsmateriaal vormt het onderdeel *procestechnologie* (b.v. voorzien in de energiebehoefte) het uitgangspunt, waarbij de volgende zaken van belang zijn: contexten, zelfstandig werken, samenwerken, keuzemomenten (interesse/niveau) en gemeenschappelijke toetsbaarheid.

Het doel van dit project is de concretisering van de procestechnologie, daar praktijkervaring van de VO-docent uitwijst dat scholieren vaak geen idee hebben van hoeveelheden, het opwekken van energie en het raakvlak van energie met het dagelijkse leven. Eventueel wordt gedacht aan het omzetten van een proefopstelling van de UT naar een vereenvoudigde versie, geschikt voor het niveau van het voorgezet onderwijs (3 vwo scholieren).

## Projectgroep 4: "SimQuest"

Vakgebied: Onderwijskunde/Natuurkunde

SimQuest is een op simulatie gebaseerde leeromgeving, ontwikkeld door de afdeling instructietechnologie (IST) van de UT. Met SimQuest-simulaties kunnen scholieren zelfstandig experimenten uitvoeren.

SimQuest is ontwikkeld in een Europees project dat gesponsord is door de Europese Commissie. Partners in het project waren softwarebedrijven in verschillende landen, een aantal universiteiten en een aantal scholen. De afdeling Instructietechnologie doet onderwijskundig onderzoek met SimQuest en ontwikkelt simulaties voor derden, waaronder de uitgevers NijghVersluys en EPN.

Scholieren kunnen variabelen van het simulatiemodel veranderen en vervolgens observeren wat de gevolgen hiervan zijn. Ze worden hierin begeleid door middel van gerichte opdrachten, uitleg en feedback.

In deze simulatie onderzoeken leerlingen de invloed van verschillende krachten. Ze voeren experimenten uit aan de hand van vragen en opdrachten waarbij ze feedback op hun antwoorden krijgen. Een van de onderwerpen die in de



*SimQuest simulatie krachtvectoren*

krachtvectoren simulatie aan bod komt is een kist op een helling. Leerlingen onderzoeken hierbij o.a. de invloed van verschillende hellingshoeken en ondergronden op de wrijvingskracht.

## SimQuest getest

In dit project hebben leerlingen van OSG Hengelo kennis gemaakt met SimQuest simulaties. SimQuest simulaties geven leerlingen de vrijheid om te experimenteren met modellen van de werkelijkheid. SimQuest simulaties onderscheiden zich omdat ze leerlingen niet alleen een experimenteeromgeving bieden, maar ook begeleiding en sturing waar dat noodzakelijk wordt geacht. SimQuest simulaties betrekken leerlingen actief bij de leerstof en dagen uit om zelf na te denken. SimQuest simulaties worden met name toegepast binnen de technische en exacte vakrichtingen.

Voor het Aladin project zijn bestaande, voor onderzoek ontwikkelde, simulaties bekeken door natuurkunde docente Joyce Dolfsma. Joyce heeft voorstellen gedaan voor verbeteringen en heeft waar nodig aanvullende instructie gemaakt. Op basis van deze bevindingen heeft Jan van der Meij samen met assistent Jos Boeije een aantal SimQuest simulaties aangepast. Door de aanpassingen sluiten de simulaties aan op de leerstof binnen het VO onderwijs. Hierdoor zijn ze eenvoudig in te zetten als vervanging of aanvulling van de reguliere leerstof.

Van december 2003 tot april 2004 hebben een 5 havo en een 4 vwo klas met in totaal vijf SimQuest simulaties gewerkt. De simulaties werden ingezet op het moment dat de leerstof aan de orde was. De simulaties werden gebruikt om een deel van de reguliere leerstof te vervangen of als herhalingsstof net voor een proefwerk. Beide groepen hebben tweemaal met SimQuest simulaties gewerkt met de onderwerpen: krachtvectoren, serie/parallel/gemengde schakelingen, horizontale worp, snelheidsvectoren en momenten. Voor het werken met SimQuest hadden de leerlingen slechts een paar aanwijzingen nodig. Het verbaasde Joyce dat de leerlingen zo gemakkelijk

*SimQuest simulatie SPG schakelingen*

hun weg vonden in het programma. Hoewel leerlingen individueel met de simulaties werkten, ontstonden er spontaan discussies over de leerstof. Hieruit bleek dat de leerlingen actief met de leerstof bezig waren. Anders dan in veel andere multimedia programma's werden ze uitgedaagd om door experimenteren antwoorden op vragen en opdrachten te vinden. Joyce en Jan begeleidden leerlingen als ze vastliepen door open vragen te stellen en door ze aan te moedigen om het antwoord op vragen en opdrachten te vinden door experimenten uit te voeren. Uit reacties van leerlingen bleek dat ze erg enthousiast waren over de simulaties. Veel leerlingen gaven aan vaker met simulaties te willen werken. Een aantal leerlingen vroeg na afloop zelfs of ze de simulaties konden krijgen om thuis verder te oefenen.

In deze simulatie onderzoeken leerlingen de eigenschappen van serie, parallel en gemengde schakelingen. Ze voeren experimenten uit aan de hand van vragen en opdrachten waarbij ze feedback op hun antwoorden krijgen. Hierbij kunnen ze o.a. stroomsterkte, voltage en weerstand veranderen, metingen uitvoeren, lampen in- en uitdraaien en weerstanden toevoegen of verwijderen.

De belangrijkste vraag in zijn onderzoek is hoe leerlingen ondersteund kunnen worden in het leggen van relaties tussen bijvoorbeeld animaties, formules en grafieken die tegelijk in een simulatie worden getoond. Bas Kollöffol doet onderzoek naar het inzetten van SimQuest in statistiek onderwijs. Petra Hendrikse vergelijkt het aanleren van wiskunde met SimQuest simulaties met traditioneel onderwijs. Cornelise Vreman onderzoekt wat leerlingen leren als ze vragen en opdrachten moeten maken voor medeleerlingen.

**SimQuest**

SimQuest wordt doorontwikkeld en onderhouden door de Universiteit Twente. U kunt SimQuest gratis downloaden op www.simquest.nl. Daar vindt u ook diverse SimQuest simulaties.

Hannie Gijlers onderzoekt op welke wijze leerlingen ondersteund kunnen worden als ze op afstand samenwerken aan SimQuest experimenten.

Door leerlingen met SimQuest simulaties te laten werken en door aansluitend kort in te gaan op onderzoek met SimQuest simulaties is getracht leerlingen een beeld te geven van het werk van een onderwijskundig onderzoeker. De UT lerarenopleiding ELAN heeft daarnaast voor en na de twee sessies vragenlijsten uitgereikt waarin leerlingen vragen werden gesteld over het beroep onderwijskundige. Uit de vragenlijsten vooraf bleek dat het beroep onderwijskundige bij de meeste leerlingen niet bekend was. De verwachting is dat leerlingen na dit Aladin project wel een beeld hebben van dit beroep.

## Auteur

Drs. J. van der Meij is werkzaam als medewerker onderzoek en onderwijs bij de Faculteit Gedragswetenschappen, Afdeling Instructietechologie van de Universiteit Twente. Hij werkt aan een promotieonderzoek rond het leren met multipele representaties, verzorgt onderwijs en werkt aan diverse projecten rond het auteurssysteem SimQuest. E-mail: j.vandermeij@utwente.nl.

## Projectgroep 5: "Flexibele arbeidsmarkt"

Vakgebied: Bedrijfskunde/economie

Dit Aladin-project vloeit voort uit een promotieonderzoek waarbij wordt uitgegaan van de volgende gedachte: een aandachtsveld van management is het managen - het aansturen - van personeel. Medewerkers zijn niet langer een pure kostenpost, maar kunnen een essentiële bijdrage aan organisatiesucces leveren. Aan de hand van het voorbeeld 'flexibel inzetten van medewerkers' schetst dit project een beeld van de huidige gang van zaken bij personeelsmanagement. Daarbij concentreert dit project zich op het zogenaamde 'flexwerk': het hebben van een arbeidsrelatie die afwijkt van de 'traditionele' arbeidsovereenkomst voor onbepaalde tijd, dus het gaat om uitzendwerk, in- en uitlening van personeel, tijdelijke contracten en zogenaamde freelancers of kleine zelfstandigen.

In het kader van dit Aladin-project, krijgen scholieren eerst de opdracht om informatie over 'flexibilisering van de arbeid' op te zoeken en daarbij rekening te houden met verschillende visies. Daarna moeten scholieren een klein empirisch onderzoek uitvoeren; iedere scholier moet een werknemer of bedrijf interviewen om erachter te komen wat flexibilisering nu in de praktijk betekent.
De onderzoeker zal een gastcollege verzorgen op de bij het project betrokken vo-instelling. Bovendien zullen de scholieren naar de UT komen om een 'echt college' te volgen.
Doordat scholieren bezig gaan met het uitvoeren van wezenlijk onderzoek en 'in aanraking komen' met een echte onderzoeker (en daarbij ook een bezoek brengen aan de UT), staat in dit project de beeldvorming bij scholieren betreffende een bedrijfskundige wetenschapper zeker centraal.

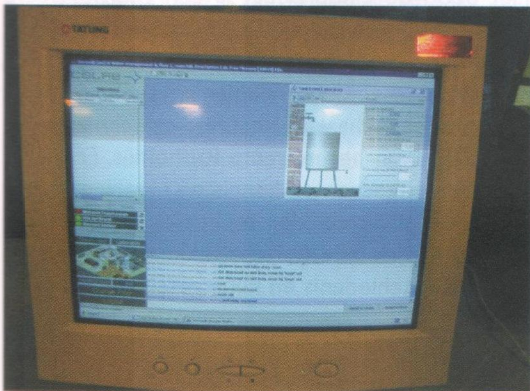
## Projectgroep 6: "Co-Lab"

Vakgebied: Natuurwetenschappen

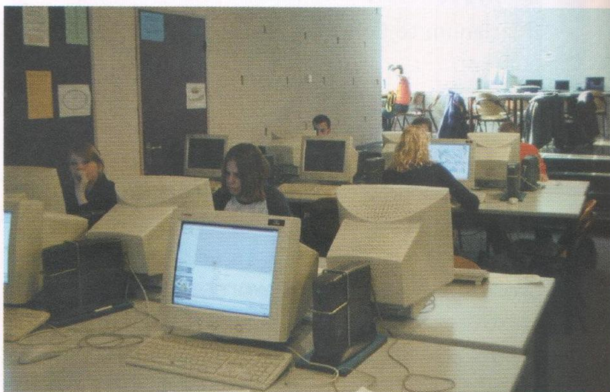
Co-Lab is een webgebaseerde leeromgeving voor samenwerkend ontdekkend leren in de natuurwetenschappen. In Co-Lab doen scholieren experimenten met computersimulaties of op afstand bedienbare proefopstellingen ('remote laboratories'). De aldus verworven inzichten worden in een werkend computermodel weergegeven. Door de uitkomsten van dit model te vergelijken met die van de experimenten, kunnen scholieren hun kennis toetsen. Co-Lab is primair bedoeld voor 5 en 6 vwo scholieren. Inhoud en ondersteuning is beschikbaar voor vier domeinen: water management, klimaatbeheersing in broeikassen, mechanica en elektriciteit. Voor elk inhoudsgebied biedt Co-Lab simulaties, remote labs, achtergrondliteratuur en docentenhandleidingen.
In het kader van het Aladin-project werken 5 havo scholieren met dit simulatieprogramma ten behoeve van hun profielwerkstuk. Naast hun eigen gebouwde kas in Groenlo kunnen ze middels Co-Lab in een in Amsterdam opgesteld Greenhouse vergelijkbare metingen doen. Ze kunnen dan via internet bijvoorbeeld het koolstofdioxidegehalte, de hoeveelheid licht en water meten en regelen.

### Co-Lab

In het Aladin project werd samengewerkt met de onderzoeksgroep Instructie Technologie van de opleiding Onderwijskunde van de Universiteit Twente. Een deel van deze groep werkt met Co-Lab; een webgebaseerde leeromgeving voor samenwerkend, ontdekkend leren in de natuurwetenschappen. In Co-Lab doen leerlingen experimenten met computersimulaties of op afstand bedienbare proefopstellingen ('remote laboratories'). De aldus verworven inzichten worden in een werkend computermodel weergegeven. Door de uitkomsten van dit model te vergelijken met die van de experimenten, kunnen leerlingen hun kennis toetsen.
De vier domeinen: watermanagement, klimaatbeheersing in broeikassen, mechanica en elektriciteit passen prima bij de lessen ANW die ik geef op het Marianum in Groenlo. In totaal hebben 3 klassen (ongeveer 65 leerlingen) aan het onderzoek met 3 sessies van 70 minuten meegedaan. Ze moesten daartoe een model opzetten van een leeglopende watertank en konden op meerdere niveaus met elkaar communiceren. Het niveau



*Co-Lab op het computerscherm*


*Aan het werk met Co-Lab*

van de inhoud was hoog; voor sommige leerlingen duidelijk te hoog. ANW is een vak voor alle leerlingen, dus niet-bètaleerlingen hadden het duidelijk moeilijker.
Door de onderzoekers werd gefocusseerd op zelf-regulatie, planning, monitoring en evaluatie. Bewust werd hoog ingezet, omdat anders deze items niet goed gescoord konden worden.
Ook binnen dit project werkten 5 havo leerlingen met dit simulatieprogramma ten behoeve van hun profielwerkstuk. Naast hun eigen gebouwde kas in Groenlo konden ze middels Co-Lab in een in Amsterdam opgesteld Greenhouse vergelijkbare metingen doen. Ze zouden dan via internet bijvoorbeeld het koolstofdioxidegehalte, de hoeveelheid licht en water meten en regelen.

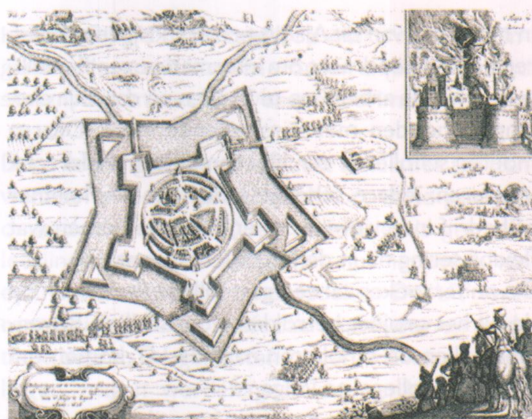
De beeldvorming bij leerlingen van "een natuurwetenschapper" komt tot uitdrukking doordat leerlingen aan de slag gaan met het modelleren van een praktijksituatie (bijvoorbeeld het laten groeien van een plantje of het aan de onderkant laten leeglopen van een emmer tijdens het vullen). Op die manier ondervinden de leerlingen aan den lijve hoe de beroepspraktijk van een wetenschapper van het betreffende vakgebied eruit ziet. Na afloop van de verwerking van de onderzoeksgegevens hebben de onderzoekers van de UT een uitleg gegeven van hun onderzoek. Dit was op school gecombineerd met de eerste aanzet van het uitvoeren van het profielwerkstuk. De leerlingen waren enthousiast om goede tips mee te krijgen, maar vooral de waarschuwingen waar het vaak mis gaat, werden als zeer waardevol ervaren.

Frans Carelsen, docent scheikunde, natuurkunde en ANW
Marianum te Groenlo

## Projectgroep 7: "Reconstructie stadsbeeld Oldenzaal"

Vakgebieden: Wiskunde/geschiedenis/cartografie/Nederlands

Voor dit Aladin-project wordt uitgegaan van een vakoverstijgend project op het Carmel College te Oldenzaal. Dit meerjarige project "de verandering van het stadsbeeld van Oldenzaal" stelt deelnemers de vraag in hoeverre een historisch stukje Oldenzaal te herkennen is in het huidige Oldenzaal. Van belang is dat de scholieren andere vormen van onderwijs ervaren, bezig zijn met leren buiten de school en opgedane kennis daadwerkelijk toepassen.



*Oldenzaal belegering*




*Kaart van Oldenzaal*

Het beoogde eindproduct is een gedigitaliseerd (middels kaarten, schriftelijke documenten, afbeeldingen) en onderbouwd verhaal over de plek, over de mensen die er leefden en over hoe ze er leefden. Het verhaal is afgestemd op scholieren en bezoekers van het museum Palthehuis. Er wordt een beroep gedaan op kennis en ervaring uit uiteenlopende vakgebieden: archeologie, historische geografie, wiskunde, fysische vakken, architectuurhistorie, geschiedenis en kunstgeschiedenis.

Marije Florijn
Medewerker aansluiting
Universiteit Twente/Instituut ELAN

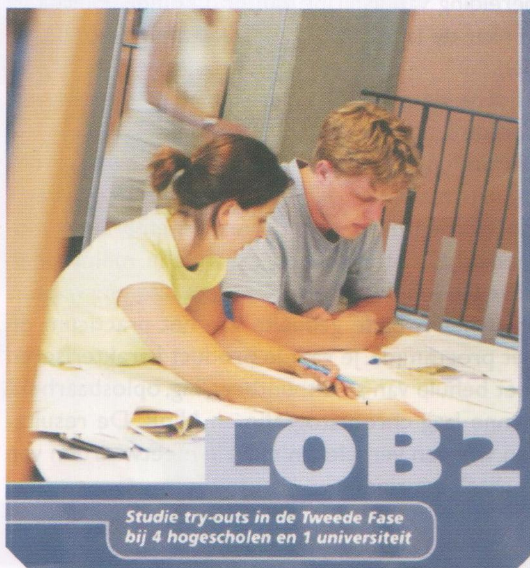
# LINX: een regionaal samenwerkingsverband tussen VO, MBO, HBO EN WO

**De samenwerking richt zich vooral op de versterking van en de continuïteit in de studieloopbaanbegeleiding van 15 tot 20-jarigen. De regio beslaat Twente, de Achterhoek, de omgeving Deventer en Apeldoorn. Hier tonen we de LOB2-modules van de Universiteit Twente.**

## Loopbaanoriëntatie en -begeleiding: LOB2-modules

Een LOB2-module betreft een (facultatieve) grondige studieoriëntatie, gekoppeld aan een specifieke opleiding. De module vormt een eerlijke afspiegeling van de betreffende opleiding en is nadrukkelijk bedoeld voor scholieren die al een voorlopige keuze hebben gemaakt en/of nog twijfelen tussen één of twee opleidingen. De oriëntatie dient de scholier inzicht te geven in o.a.: inhoud, niveau, praktijk en mogelijkheden van de opleiding.
Bij de leerstof van de module wordt uitgegaan van een vak op school. Doel van het volgen van een LOB2-module is dat het bij de scholier leidt tot het maken van een weloverwogen definitieve studiekeuze.
De tijdsbesteding van een LOB2-module varieert van 20 tot 40 studielasturen (slu's) die scholieren in de vrije ruimte kunnen besteden. Voor de module gaan de scholieren tenminste één dag naar de betreffende UT-opleiding; volgen daar een college en doen meestal een practicum dat aansluit bij de gekozen opleiding. De module moet met een eindopdracht worden afgesloten die door de begeleider wordt beoordeeld. Wanneer de module naar behoren is afgerond, wordt vanuit de UT een certificaat verstrekt waarop het aantal besteedde slu's is vermeld.
Een groot aantal LOB2-modules maakt gebruik van 'TeleTOP'; een digitale leeromgeving. Dit houdt in dat LOB2-deelnemers middels deze tool ook op afstand kunnen werken aan de module.

**www.infolinx.nl**



## Voorbeeld van een LOB2-module

| | |
|---|---|
| *Opleiding* | Chemische Technologie |
| *Titel LOB2-module* | Medicijnen en Chemie |
| *Profielen* | Natuur & Techniek en Natuur & Gezondheid |
| *Vakken* | Scheikunde |
| *Studielasturen (slu)* | 10 |
| *Klas* | Vwo 5 en vwo 6 |

*Waar het om gaat*

In deze module staat de rol van de chemie in de gezondheidszorg bij de productie van medicijnen centraal. Vanaf 1890, toen voor de eerste keer aspirine werd gemaakt, komen er via de farmaceutische industrie steeds weer nieuwe en 'betere' pijnstillers op de markt. Denk hierbij aan paracetamol en ibuprofen. Tijdens deze module ga je zelf het laboratorium in om aspirine te synthetiseren en te karakteriseren. Ook bekijk je hoe het zit met de werkzame bestanddelen in commercieel verkrijgbare pijnstillers.

*Wat je al moet weten*

Basiskennis scheikunde (en interesse voor Organische Chemie). Ter voorbereiding krijg je toegang tot een TeleTop webomgeving waar je alvast relevante gegevens kunt vinden.

*Wat je gaat doen*

Na een korte kennismaking volgt een hoorcollege waarin de theorie en de achtergrond van de bereiding van aspirine aan bod komen. Hierna ga je naar de labzalen om daar zelf aspirine te bereiden.

Tijdens de middag kun je genieten van een verzorgde lunch.

Na de lunch krijgt je ongeveer een half uur uitleg bij materialen uit verschillende specialismen. Zo worden diverse keramische membranen, biomedische materialen en organische membranen bekeken en hun gebruik toegelicht. Vervolgens staat het tweede gedeelte van het practicum op het programma. Je gaat je product karakteriseren met behulp van smeltpuntbepaling, oplosbaarheid, dunne laag chromatografie en NMR. De resultaten worden vergeleken met de meetwaarden van "echte" aspirine.



*De begeleiding*

Het hoorcollege zal worden gegeven door een universitair docent. Het practicum zal worden begeleid door studenten van de opleiding Chemische Technologie. Als je meer informatie wilt over de studie Chemische Technologie dan is dit je kans om op een informele manier in contact te komen met studenten en docenten.

*Uit Infolinx, nummer 2, jaargang 3 - juni 2003*

# Onderzoek naar de rol van LOB2 in het studiekeuzeproces

**Na drie jaar van aanbieden van LOB2-modules is bij de ontwikkelaar de vraag ontstaan in hoeverre de gevolgde LOB2-module een rol speelt in het maken van een studiekeuze.**

In het onderzoek heeft de volgende hoofdvraag centraal gestaan:
*"In welke mate speelt de gevolgde LOB2-module de gewenste rol in het maken van een studiekeuze?"*

Voor het onderzoek heeft een literatuurstudie plaatsgevonden om inzicht te krijgen in het keuzeproces en voor de ontwikkeling van onderzoeksinstrumenten.
De deelnemers van het onderzoek betreffen vwo-5 scholieren die in het najaar 2001 een LOB2-module hebben gevolgd. Van de in totaal 89 scholieren hebben destijds 47 scholieren een evaluatieformulier ingevuld. Dit formulier hoort bij de LOB2-module en dient direct na het volgen van de module te worden ingevuld. Van de 47 deelnemers zijn 20 scholieren, dankzij een gestratificeerde steekproef, geselecteerd voor deelname aan een diepte-interview. In dit interview is ingegaan op het studiekeuzeproces van de scholier en ervaringen met de LOB2-module.





Practicum tijdens de LOB2-module Aspirine

**Resultaten**

Een LOB2-module wordt door scholieren over het algemeen met 'leuk' bestempeld. Het grootste deel van de scholieren vindt de module een positieve ervaring, ongeacht of de opleiding wel of niet wordt gekozen. Tevens blijkt dat scholieren behoefte hebben aan praktische informatie, zowel over de studie als over het werkveld.

Opmerkelijk resultaat is dat meer dan de helft van de scholieren de module in eerste instantie niet uit eigen initiatief heeft gevolgd; de scholier is door de school gestuurd, volgt een module voor het verkrijgen van studielasturen of volgt een module voor het verkrijgen van een onderwerp voor het profielwerkstuk. LOB2 is nadrukkelijk bedoeld voor leerlingen die al denken te weten wat ze willen studeren of nog twijfelen en bevestiging zoeken.

**Algemene conclusie**

Wanneer sprake is van scholieren die behoren tot de juiste doelgroep speelt het volgen van een LOB2-module over het algemeen een doorslaggevende rol in het studiekeuzeproces.

Van de 20 deelnemers hebben 9 scholieren de module daadwerkelijk uit eigen overweging gevolgd. Van dit aantal gaan vier scholieren de betreffende studie volgen. Vijf scholieren hebben de studie weloverwogen afgewezen.

## Motivatie voor het volgen van een LOB2-module

- *"Ik zit erover te denken om communicatiewetenschappen te gaan studeren, en dit leek me wel een goede manier om te kijken wat dat inhoudt ..."*
- *"Over de opleiding zelf had ik al gehoord en het leek mij wel een opleiding die bij mij past. Op deze manier wilde ik er iets meer over te weten komen ..."*
- *"Deze module was goed te gebruiken voor mijn profielwerkstuk ..."*
- *"Ik wil later ook wat gaan doen in deze richting ..."*
- *"Ik wou kijken wat de studie inhield ..."*

# Techniekprojecten Universiteit Twente

**Op de Universiteit Twente zijn verschillende techniekprojecten ontwikkeld en nog in ontwikkeling om scholieren te interesseren en motiveren voor bètaopleidingen; Techniek 15+, leerlingenwerkplaats, Technologie & Samenleving, profielwerkstukkenwedstrijd en met je klas naar het lab. Hieronder volgt een overzicht van deze initiatieven.**

## Techniek 15+

Techniek 15+ is een Axis-project dat is uitgevoerd van januari 2000 tot december 2002. In dit project hebben scholen samen met het hoger onderwijs en het bedrijfsleven gewerkt aan de inbedding van technisch ontwerponderwijs in de tweede fase van het voortgezet onderwijs. Geprobeerd is het ontwerpende en creatieve karakter van techniek zichtbaar te maken.

In dit project hebben het AMSTEL Instituut (UvA) en SLO samengewerkt met technische vervolgopleidingen in de regio.




### Wat wil Techniek 15+ bereiken?

Doel van het project is havo en vwo-leerlingen te motiveren voor techniek en voor technische vervolgopleidingen/beroepen door inbedding van ontwerponderwijs in de tweede fase havo/vwo.

Om dit doel te bereiken:

- is lesmateriaal over technisch ontwerpen ontwikkeld voor de natuurwetenschappelijke vakken en ANW,
- kunnen leerlingen ontwerpopdrachten en bijbehorend lesmateriaal voor praktische opdrachten en profielwerkstukken van deze site downloaden,
- kunnen docenten bij deze opdrachten gebruik maken van handleidingen op de T15+ Cd die in maart 2003 met de NVOX naar alle scholen is gestuurd,
- kunnen docenten zich voor ondersteuning en nascholing melden bij de contactpersoon van de vervolgopleiding in hun regio.

## Leerlingenwerkplaats

Wanneer er op school geen mogelijkheid is tot het uitvoeren van proeven voor het profielwerkstuk of voor een praktische opdracht, dan kunnen scholieren deze proeven uitvoeren op de UT. Er wordt dan naar een passende ondersteuning gezocht passend bij het specifieke probleem van de leerling. Vraag en aanbod worden zo bij elkaar gebracht

**Meer informatie**

Fer Coenders: f.g.m.coenders@utwente.nl
Harm Scholte: h.g.m.scholte@utwente.nl

# Technologie & Samenleving: ontwerpopdrachten voor het voortgezet onderwijs

Opdrachten waarbij leerlingen iets moeten ontwerpen vinden steeds meer hun weg in het reguliere onderwijs. Bij dit soort opdrachten gaat het om een reëel probleem waarvoor een reële oplossing bedacht moet worden. Ontwerpen is een mensgerichte activiteit. Dit spreekt veel leerlingen erg aan. Ze zien het probleem en hebben het gevoel dat hun denk- en doe-activiteit iets oplevert. Bovendien zijn er voor een probleem altijd meer oplossingen dan één. Er wordt bij een ontwerpopdracht dan ook een groot beroep gedaan op de creativiteit van de leerlingen.
Binnen het project 'Technologie & Samenleving slotakkoord' werken de Universiteit van Amsterdam, de Technische Universiteit Delft en de Universiteit Twente samen aan ontwerpopdrachten voor havo en vwo leerlingen. Het gaat om opdrachten waarin leerlingen door middel van een (technisch) ontwerp een oplossing moeten proberen te vinden voor een maatschappelijk probleem.

De maatschappelijke problemen behoren tot een van de volgende themalijnen:

- UvA: Preventie Criminaliteit
- TUD: Ouderentechnologie
- UT: Preventie arbeidsuitval

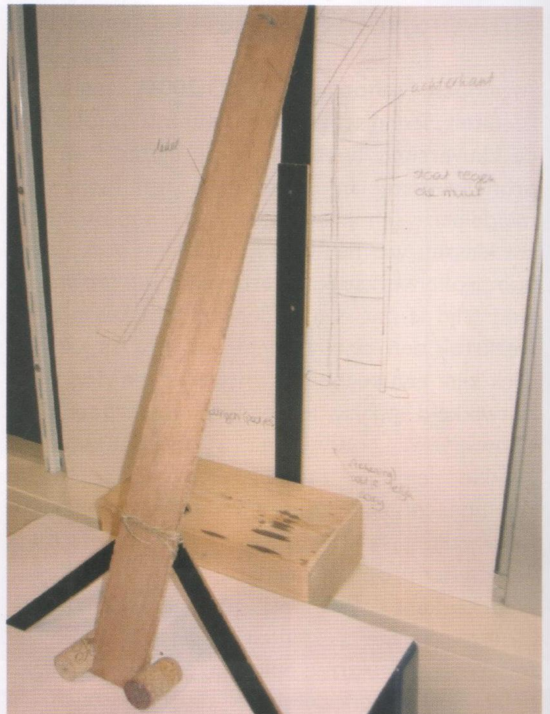
Bij iedere themalijn zijn minimaal 10 leerlingenopdrachten ontwikkeld. Die opdrachten zijn verdeeld over de bètavakken en over de leerjaren 1 tot en met 6.
Er zijn opdrachten van verschillend niveau:

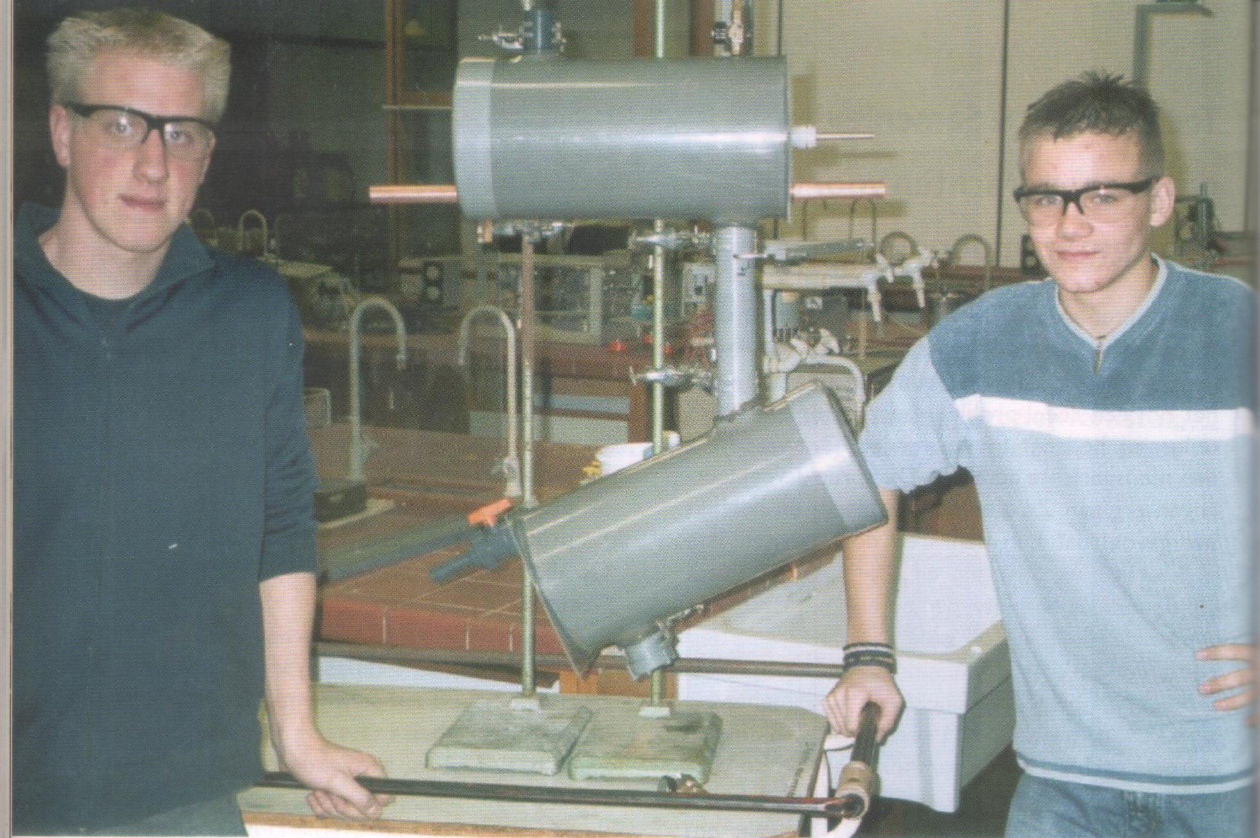
- aanleeropdrachten (van 1 tot 5 slu)
- praktische opdrachten (van 5 tot 10 slu) en
- profielwerkstukken (van 40 tot 80 slu).

Op die manier is sprake van een zekere leerlijn 'Technisch ontwerpen'.

*Leerlingen uit 3 vwo van SG Twickel hebben de opdracht 'Ontwerp een anti-omval-ladder' uitgeprobeerd. De leerlingen kwamen tot heel verschillende oplossingen. Hierbij twee schaalmodellen.*







*Twee leerlingen van het Greijdanuscollege Zwolle met hun ontwerp van een biogasinstallatie*

# Profielwerkstukkenprijs Universiteit Twente

Afgelopen schooljaar (2003/2004) heeft de Faculteit Technische Natuurwetenschappen van de Universiteit Twente voor de eerste keer een profielwerkstukken wedstrijd georganiseerd voor middelbare scholieren. Leerlingen uit de hoogste klassen van het vwo konden het verslag van hun profielwerkstuk insturen. Voorwaarde van de wedstrijd is dat een onderdeel van het profielwerkstuk een 'ontwerpactiviteit' is. Dat kan van alles zijn: een technisch ontwerp, een door hen ontwikkeld apparaatje, een eigen experiment, etc. Kenmerk van ontwerpen is dat het tot een product leidt. Er moeten praktische oplossingen bedacht worden voor concrete problemen. De kwaliteit van het ontwerp blijkt uit de mate waarin het product bruikbaar is.
Dat betekent dat de leerlingen heel creatief bezig moeten zijn. De creativiteit, originaliteit en kwaliteit die uit de gekozen oplossingen blijken, vormen belangrijke selectiecriteria bij deze wedstrijd.

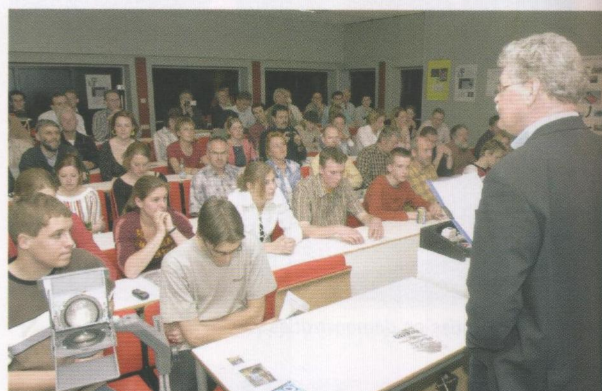
De leerlingen staan er niet alleen voor. Degenen die dat willen, kunnen ondersteuning krijgen. Die hulp kan diverse vormen aannemen. Sommige leerlingen willen gebruik maken van apparatuur, anderen willen hulp bij het verwerken van materialen (bijvoorbeeld: hoe bouw je een installatie van pvc-buizen?), soms willen leerlingen een klankbord waar ze met vragen terecht kunnen. Wij stellen dan onze expertise, materialen en apparatuur graag ter beschikking. Uiteraard blijft alles de verantwoordelijkheid van de leerlingen. Bij hen ligt het initiatief. We hopen echter dat de leerlingen door deze ondersteuning wat meer diepgang bereiken. Hun profielwerkstuk wordt dan meer een ontdekkingsreis in de nog onbekende universitaire wereld in plaats van een afsluitend practicum.

Uit de ingestuurde verslagen kiest een groep medewerkers van de Faculteit Technische Natuurwetenschappen maximaal tien verslagen die genomineerd worden voor de 'Profielwerkstukkenprijs Universiteit Twente'. De genomineerde leerlingen worden samen met hun leraren en andere belang-

stellenden uitgenodigd voor de 'Profielwerkstukkendag'. Op die dag moeten de deelnemers hun werkstuk presenteren en het product van hun ontwerp showen. Een commissie, bestaande uit drie hoogleraren van de UT bepaalt de winnaars van de eerste, tweede, derde prijs en aanmoedigingsprijs. Bij het bepalen van de uitslag baseert de commissie zich op de originaliteit van het ontwerp en de kwaliteit van de presentatie. Daarnaast kiest het aanwezige publiek welk werkstuk voor de publieksprijs in aanmerking komt.

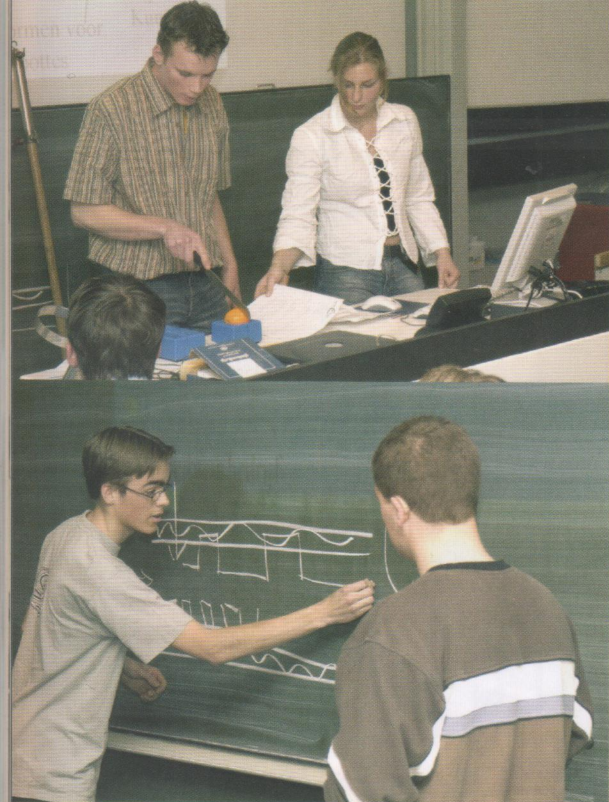
**Meer informatie**
http://www.tnw.utwente.nl/nieuws/Profielwerkstukkenwedstrijd/index.html

## Profielwerkstukkenwedstrijd in beeld



*Demonstratie van leerlingen:'hovercraft'*

*Welkom en toelichting op de dag*



Presentaties en demonstraties van leerlingen





*Stemmen voor publieksprijs en prijsuitreikingen*

*Uit UT-nieuws nummer 14 van 22 april 2004*

## Model hovercraft in de prijzen

De eerste profielwerkstukkenwedstrijd van de faculteit TNW is gewonnen door drie vwo-scholieren van het Bonaventura College in Leiden. Hun ontwerp voor een model hovercraft werd bekroond met een eerste prijs ter waarde van driehonderd euro.

Zes genomineerde scholierenteams presenteerden afgelopen vrijdag in Cubicus hun profielwerkstukken, een soort 'meesterproef' ter afsluiting van de schoolperiode vóór het eindexamen. De teams stuurden hun werkstukken in na een landelijke oproep van TNW. Voorwaarde was dat de inzendingen in elk geval een 'ontwerpactiviteit' moesten bevatten. Daarmee wil TNW de werkstukkenprijs een eigen karakter geven ten opzichte van de reeds bestaande wedstrijden bij zusterinstellingen.

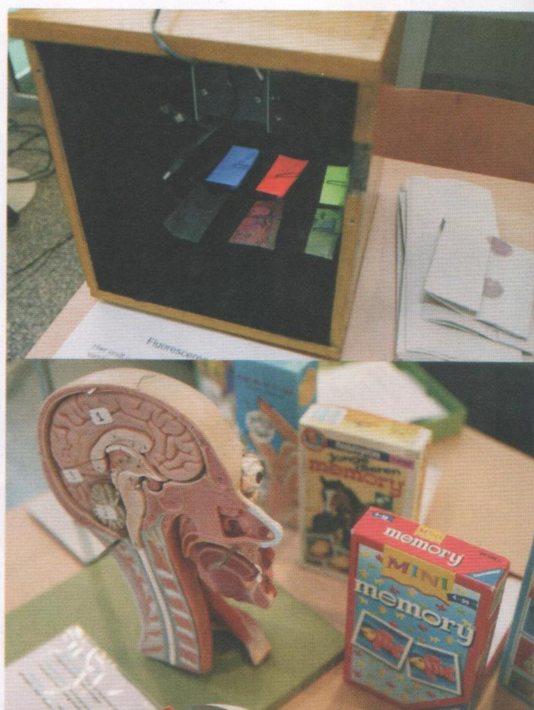
Initiatiefnemers zijn de TNW-vakdidactici Harm Scholte en Fer Coenders. Doel van de prijsvraag is volgens Scholte om op deze manier contact te onderhouden met toeleverende middelbare scholen, en leerlingen de kans te geven om met hun werkstukken naar buiten te treden.
De jury deelde drie geldprijzen en een aanmoedigingsprijs uit. Het publiek (ouders, medeleerlingen, leraren) kende de publieksprijs toe aan twee Oldenzaalse scholieren van het Twents Carmel College. Zij ontwierpen verschillende eenvoudige, maar efficiënte hulpstukken, waarmee eenzijdig verlamde patiënten brood of fruit kunnen snijden, de vloer kunnen vegen en een kruiwagen kunnen bedienen. Scholte: 'Die hulpstukken zijn gemaakt voor een van hun ouders. Eerst wilden ze niet meedoen, omdat ze bang waren dat ze de hulpmiddelen, die dagelijks worden gebruikt, te lang kwijt zouden zijn. Dat hebben we opgelost door in de eerst selectiefase gebruik te maken van foto's.'
De wedstrijd wordt een jaarlijks terugkerend fenomeen, al moet de werving wel beter. 'We hadden nu zes inzendingen. Weliswaar allemaal goed genoeg voor een nominatie, maar volgend jaar moeten dat er veel meer zijn,' aldus Scholte.

# Met je klas naar het lab

In het programma van scheikunde 1,2 zijn enkele onderwerpen opgenomen die op school niet met een practicum ondersteund kunnen worden. Het gaat om massaspectrometrie, membranen dunnelaagchromatografie en gaschromatografie. Op de UT hebben wij een practicumcircuit opgezet waarin de leerlingen wel met de praktische zaken van deze onderwerpen te maken krijgen. Wij bieden dan een hele klas de gelegenheid om een dag bij ons op het lab te komen om aan die onderwerpen te werken.

De dag begint met een demonstratie van de massaspectrometer. Wat je allemaal met dit apparaat kunt doen, komt uitvoerig aan de orde. Terloops komt NMR ook even aan bod. Daarna gaan de leerlingen zelf aan het werk met de andere onderdelen. Tijdens de middag gaan we gezamenlijk in de mensa lunchen.

Het programma duurt van 9.00 uur tot ongeveer 15.30 uur. Het is ook mogelijk om in onderling overleg de leerlingen andere activiteiten dan bovengenoemde te laten doen. Het doel is om eens op een andere manier met scheikunde onderwerpen bezig te zijn die wel tot het examenprogramma behoren. Wij denken dat hierdoor die onderwerpen voor de leerlingen beter inzichtelijk worden.




*Fluorescerende stoffen en Hoe werkt je geheugen?*



*Prenatale diagnostiek en Verschillende soorten olie*

**Terug in de collegebanken**

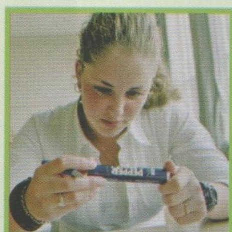


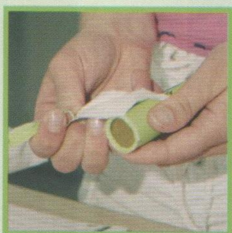


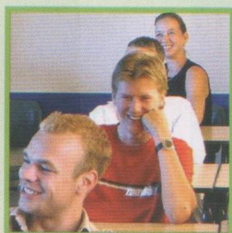



# Hoofdstuk 4











# VWO-campus

**Wageningen Universiteit krijgt veel vragen uit het voortgezet onderwijs, zowel van leerlingen als van docenten. Om de beantwoording van deze vragen te stroomlijnen en om de contacten van de universiteit met het VWO te verstevigen is VWO-campus drie jaar geleden in het leven geroepen. VWO-campus heeft tot doel universitaire kennis en materialen beschikbaar te stellen aan de tweede fase van het voorgezet onderwijs. VWO-campus coördineert daarvoor onder andere de volgende activiteiten.**

## Voor leerlingen en docenten

Via VWO-campus kunnen leerlingen en docenten uit de tweede fase specifieke ondersteuning krijgen. Vragen worden beantwoord en indien mogelijk, stelt de universiteit ook startmateriaal voor praktische opdrachten of apparatuur ter beschikking. Daarnaast organiseert VWO-campus jaarlijks een scholierenconferentie met workshops over een onderwerp dat van belang is voor leerlingen in de tweede fase en aansluit bij een actuele maatschappelijke discussie. Speciaal voor tweede fase leerlingen worden door VWO-campus experimenten ontwikkeld, die als basis gebruikt kunnen worden voor een praktische opdracht of een profielwerkstuk. Al deze experimenten kunnen aan Wageningen Universiteit worden uitgevoerd, maar ook vaak op school.

## Voor leerlingen

VWO-campus houdt een verzameling profielwerkstuksuggesties bij, die helpen bij het kiezen van een onderwerp voor profielwerkstukken en op weg helpen bij de uitvoering van het onderzoek. Wanneer er al een onderwerp gekozen is of wanneer de leerling bezig is met een praktische opdracht, kunnen de bronnen-dossiers van VWO-campus verder helpen bij het zoeken naar informatie.

**Voor meer informatie**
**www.vwo-campus.net**

## Voor docenten

VWO-campus verzamelt binnen Wageningen Universiteit informatie, methoden en materialen die interessant zijn voor het voortgezet onderwijs. Dit materiaal wordt in de vorm van direct toepasbaar lesmateriaal vertaald naar de schoolsituatie. Dit gebeurt veelal door studenten, begeleid door onderzoekers en een team van vwo-docenten.

Minimaal eenmaal per jaar organiseert VWO-campus een experimentenmarkt, waarin korte experimenten en demonstraties worden getoond die geschikt zijn voor gebruik op school in de tweede fase. Daarnaast is het mogelijk om een mobiel practicum (naast economie ook voor biologie, natuurkunde, scheikunde en aardrijkskunde) naar school te halen. Er wordt dan door daarvoor getrainde studenten een praktische les verzorgd.

Ook verzorgt VWO-campus voor hele klassen of schoollagen workshops en excursies op en om Wageningen Universiteit. De leerlingen kunnen daarbij, naast de lessen, ook meer te weten komen van de universiteit en alles daar omheen.

Kortom, met VWO-campus hoopt Wageningen Universiteit de contacten tussen tweede fase en universiteit aan te halen en warm te houden. Dit om tegemoet te komen aan de wensen van de mensen in het voortgezet onderwijs, maar evenzeer om als Universiteit meer zicht te krijgen op wat er in het vwo gebeurt. Op deze manier hopen wij ons universitair onderwijs beter af te kunnen stemmen op de tweede fase.

# Het mobiele practicum 'Adam Smith was wrong'

**Ruim drie jaar geleden werd VWO-campus in eerste instantie opgestart om meer aansluiting te vinden bij vwo in de bèta profielen. Sindsdien is het concept wegens succes uitgebreid naar alle vakgebieden waarop Wageningen Universiteit actief is. De projectgroep binnen VWO-campus die zich bezig houdt met de ontwikkeling en kwaliteitsbewaking van de meeste producten voor het economisch onderwijs van VWO-campus heet: Economie & experiment.**

Economie & experiment is nu 2 jaar bezig de Wageningse expertise op het gebied van de economie aan te bieden op het vwo. Hiermee worden tegelijkertijd de gamma studies in Wageningen meer onder de aandacht van docenten en leerlingen van het vwo gebracht. Beide doelstellingen zijn zeker gelukt. Alleen al het mobiele practicum 'Adam Smith was wrong' heeft in het afgelopen jaar ca. 90 scholen, 125 docenten en 2400 leerlingen bereikt. Zo wordt economische kennis van Wageningen Universiteit breed verspreid en wordt de bekendheid met de economische tak van de universiteit vergroot.

Een van de eerste activiteiten van Economie & experiment was het opzetten van het mobiele practicum. De ontwikkeling en de ruwe opzet van het practicum heeft een half jaar in beslag genomen. Vervolgens is een testfase van een paar maanden ingesteld, waarin ongeveer 30 scholen uit het hele land bezocht zijn. Op deze manier is de ruwe versie verfijnd en is het practicum in het nieuwe schooljaar definitief van start gegaan. Daarbij zijn in elk blok van 2 maanden meer dan 20 scholen bezocht. Voor elke periode zijn twee studenten opgeleid die de gehele periode vrijwel alleen het practicum geven en hiervoor ook studiepunten krijgen via onderwijskunde.

Bij de ontwikkeling van het practicum is zeer veel nadruk gelegd op de toegankelijkheid en aantrekkelijkheid voor de leerlingen. Daarnaast is ook de inhoud een speerpunt geweest. Doordat deze aansluit bij het huidige en toekomstige vwo-curriculum, kunnen docenten het onderwerp gemakkelijk in hun jaarlijkse programma verwerken.

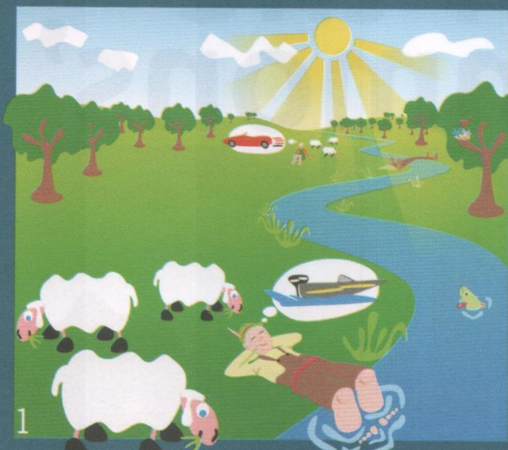
Het practicum behandelt een vrij nieuw onderwerp in de economie, de gedragseconomie. Aan de hand van theorie en een vijftal experimenten met de leerlingen wordt dit vakgebied door het mobiele practicum aangesneden. Het is zeer interactief, luchtig en open. Vanaf het begin worden leerlingen geboeid met humoristische en leuke anekdotes. Daarnaast heeft men kans om kleine bedragen en producten te winnen. Dit blijkt vaak een goede prikkel om op te letten, want vrijwel iedereen in de klas wil de winkans vergroten door de theorie er achter te kennen en te begrijpen. Daarnaast zijn ze vaak verbaasd dat ze in het dagelijkse leven veel met deze experimenten te maken hebben en misschien na het volgen van het practicum er voordeel van kunnen hebben.

Niet alleen levert het informatie op voor leerlingen waardoor je er in het dagelijks leven meer besef van hebt wat er speelt, maar ook voor je studie. Er komen zowel theoretische als praktische zaken aan bod die ze kunnen gebruiken bij het schrijven van hun profielwerkstuk of het maken van een praktische opdracht.

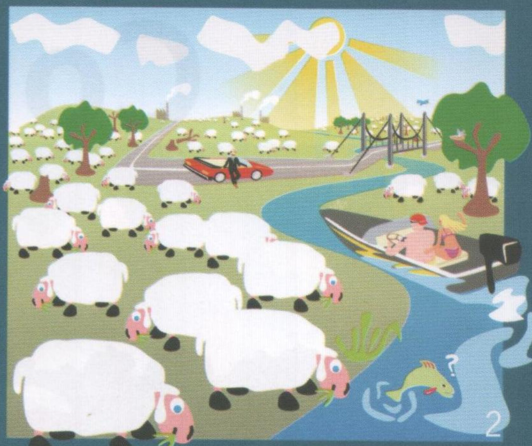
Ook is er op de internetsite van VWO-campus een database beschikbaar waar ook een aantal economische experimenten in staan. Deze experimenten zijn direct afgeleid van het practicum en kunnen door docenten en leerlingen gebruikt worden in een les of werkstuk. Zo worden er heel concrete handreikingen gegeven over economische onderwerpen die leerlingen vaak echt boeien.

# Tragedy of the Commons

## Wat gebeurt er als er geen regels zijn en alles van iedereen is?




Er was eens een land waar iedereen vredig en gelukkig leefde. De lucht was blauw en het land was groen. Vogels vlogen blij rond en vissen zwommen vrolijk in het schone water. Alles was van iedereen en dus gebruikten de herders uit de omgeving de weide voor het grazen van hun schapen. Er was gras in overvloed en de schapen konden hun buikjes rond eten. Maar de herders droomden van luxe auto's, mooie vrouwen en nog veel meer.




Toen bedacht iedere herder: 'als ik nu meer schapen ga houden, dan kan ik meer wol verkopen en kan ik mijn droom uit laten komen! Die paar schapen meer maakt toch niet uit.' En zo gezegd zo gedaan. De herders gingen ieder voor zich meer schapen houden. Ze verdienden geld als water en kochten alles wat hun hart begeerde. Wat ze op dat moment echter niet in de gaten hadden, was dat het land er zwaar onder leed.




Ontwerp: Tim Jacobs • Druk: Drukkerij Tamminga

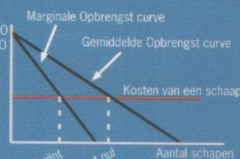
De gevolgen waren niet te overzien. Door de grote hoeveelheid schapen kon het land het niet meer aan. Zware tijden braken aan en het ooit zo mooie landschap veranderde in een woestenij waar geen schaap meer kon grazen. De schapen stierven met bosjes. De herders snapten het niet. Hoe kon dit nu gebeuren? Wat was er mis gegaan?

### De Wetenschap

De **'Tragedy of the Commons'** is een economisch dilemma.

De **voorwaarden** voor het ontstaan van het dilemma:
- gemeenschappelijk gebruik van het goed of de dienst;
- vrije en ongelimiteerde toegang tot dit goed of deze dienst.

Bij privaat eigendom van het weiland zal het aantal schapen zo gekozen worden dat de marginale opbrengst gelijk is aan de kosten van een schaap (efficient). Als echter het land een collectief goed is, dan zal door vrije toetreding het aantal schapen toenemen totdat de winst nul is (de gemiddelde opbrengst is dan gelijk aan de kosten van een schaap). Op het weiland zal dan overbegrazing plaatsvinden.




Mogelijke **oplossingen**:
het toekennen van eigendomsrechten of het instellen van afdwingbare regels.

**Bron**: Varian, H.R., *Intermediate Microeconomics, A Modern Approach*, 4th edition, W.W. Norton & Company, New York, 1996, p. 571-574

Andere **voorbeelden** van dit dilemma:
- overbevissing;
- fileprobleem;
- watergebruik in de zomer;
- hamsteren.

**Kun je zelf nog meer voorbeelden en oplossingen bedenken?**

# De poster 'Tragedy of the Commons'




Er was eens een land waar iedereen vredig en gelukkig leefde. De lucht was blauw en het land was groen. Vogels vlogen blij rond en vissen zwommen vrolijk in het schone water. Alles was van iedereen en dus gebruikten de herders uit de omgeving de weide voor het grazen van hun schapen. Er was gras in overvloed en de schapen konden hun buikjes rond eten. Maar de herders droomden van luxe auto's, mooie vrouwen en nog veel meer.

De educatieve poster 'Tragedy of the Commons' is een product van VWO-campus dat direct uit het practicum 'Adam Smith was wrong' is voortgekomen. Vanuit VWO-campus was er de wens om het assortiment van producten voor economisch onderwijs uit te breiden en de docenten en klassen die het practicum hebben ontvangen een leuke herinnering mee te geven.

Evenals het practicum moest het presentje aantrekkelijk zijn voor zowel docenten als leerlingen, het moest boeien en inhoud hebben en op die manier een langdurige plek in het klaslokaal krijgen. Bij dit laatste speelt ook dat het de manier is voor de promotie van VWO-campus en de economische studies van Wageningen Universiteit.




Toen bedacht iedere herder: 'als ik nu meer schapen ga houden, dan kan ik meer wol verkopen en kan ik mijn droom uit laten komen! Die paar schapen meer maakt toch niet uit.' En zo gezegd zo gedaan. De herders gingen ieder voor zich meer schapen houden. Ze verdienden geld als water en kochten alles wat hun hart begeerde. Wat ze op dat moment echter niet in de gaten hadden, was dat het land er zwaar onder leed.

Het idee ontstond al snel om een extra theoretisch onderdeel van het sociale dilemma aan te halen, waardoor de koppeling met het mobiele practicum ook duidelijk bleef en de rode draad gehandhaafd werd. De 'Tragedy of the Commons' was zodoende een logische stap, mede omdat dit dilemma vrij helder en eenvoudig op een poster te illustreren is.

De poster is uiteindelijk in januari 2004 van de pers gerold in A1 formaat en is vaak zeer positief ontvangen bij docenten die ook het practicum hebben geboekt. De poster wordt exclusief verspreid onder docenten die het mobiele practicum of een andere activiteit bij VWO-campus hebben bijgewoond, zoals een bijscholingsdag of congres.



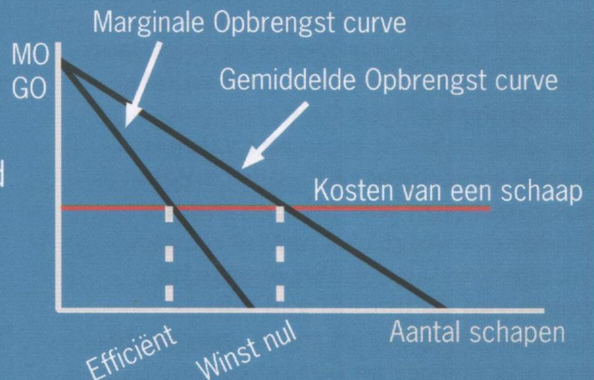

De gevolgen waren niet te overzien. Door de grote hoeveelheid schapen kon het land het niet meer aan. Zware tijden braken aan en het ooit zo mooie landschap veranderde in een woestenij waar geen schaap meer kon grazen. De schapen stierven met bosjes. De herders snapten het niet. Hoe kon dit nu gebeuren? Wat was er mis gegaan?

# De Wetenschap

De **'Tragedy of the Commons'** is een economisch dilemma.

De **voorwaarden** voor het ontstaan van het dilemma:
- gemeenschappelijk gebruik van het goed of de dienst;
- vrije en ongelimiteerde toegang tot dit goed of deze dienst.

Bij privaat eigendom van het weiland zal het aantal schapen zo gekozen worden dat de marginale opbrengst gelijk is aan de kosten van een schaap (efficient). Als echter het land een collectief goed is, dan zal door vrije toetreding het aantal schapen toenemen totdat de winst nul is (de gemiddelde opbrengst is dan gelijk aan de kosten van een schaap). Op het weiland zal dan overbegrazing plaatsvinden.




Mogelijke **oplossingen**:
het toekennen van eigendomsrechten of het instellen van afdwingbare regels.

**Bron**: Varian, H.R., *Intermediate Microeconomics, A Modern Approach*, 4th edition, W.W. Norton & Company, New York, 1996, p. 571-574

Andere **voorbeelden** van dit dilemma:
- overbevissing;
- fileprobleem;
- watergebruik in de zomer;
- hamsteren.

**Kun je zelf nog meer voorbeelden en oplossingen bedenken?**

# Profielwerkstuk:

**Geïnspireerd door het mobiele practicum 'Adam Smith was wrong' heeft een leerling van het Mendelcollege te Haarlem een profielwerkstuk over rationaliteit geschreven. Deze leerling, Sven Nichting, is afgelopen schooljaar geslaagd voor het eindexamen vwo. Hij heeft een eigen onderzoek gedaan naar de rationaliteit binnen enkele economische theorieën. Daarbij heeft hij gebruik gemaakt van een aantal experimenten welke ook in het practicum worden behandeld. Hieronder volgt een aantal citaten uit zijn verslag die een overzicht geven van de inhoud van zijn profielwerkstuk, als mooi voorbeeld van het effect van het mobiele practicum.**

**Voorwoord**

'Doe een onderzoek naar een onderwerp dat je aanspreekt en dat iets te maken heeft met een of meerdere vakken uit je profiel', luidde de opdracht aan het begin van dit jaar. Nu ben ik inmiddels dik een half jaar verder en leg ik de laatste hand aan het verslag van het onderzoek dat ik heb gedaan.

Toen we de opdracht uitgereikt kregen hoefde ik niet lang na te denken, voordat ik wist wat ik wilde gaan onderzoeken. Vorig jaar hebben we namelijk met de leerlingen die economie volgden een bezoek gebracht aan Wageningen Universiteit, waar we werden voorgelicht over het wereldbeeld van Adam Smith en waarom hij wel of geen gelijk zou hebben. Het leek me een mooi begin voor mijn eigen 'grote' onderzoek, dus ben ik begonnen met het idee: "Ik ga aantonen dat Adam Smith ongelijk heeft! De mens denkt helemaal niet rationeel en dat kan ik aantonen!"



# De mens rationeel, Adam?

Bij het werken aan mijn werkstuk ben ik tegen weinig problemen aangelopen. Te kort aan informatie was er zeker niet, eerder een teveel. En te weinig tijd zal ik ook zeker niet als argument aanvoeren.
Ik ben begonnen met het verzamelen van informatie over Adam Smith zelf. (...)

### Hoofdstuk 4: Was Adam Smith wrong?

Om te onderzoeken of Adam Smith wat betreft zijn mening dat de mens rationeel handelt gelijk heeft, heb ik een aantal experimenten gedaan in een 4 vwo klas, met 22 leerlingen.
In een les heb ik twee verschillende soorten experimenten uitgevoerd:

1. Een experiment om aan te tonen dat de mens irrationeel is in zijn besluitvorming (framing).
2. Een serie experimenten om aan te tonen dat de mens altijd zijn eigen voordeel zeker wil stellen. (Men is er volgens Smith immers altijd op uit om altijd eerst zichzelf tevreden te stellen) (prisoners dilemma).

*Experiment 1*
Dit was een proef om aan te tonen dat de mens irrationeel is in zijn handelen. Dat wil zeggen dat mensen in twee situaties die precies op hetzelfde neerkomen, toch andere keuzes maken. Ik heb de klas twee verschillende situaties voorgelegd, een aan het begin van de les, en een aan het eind van de les, die op hetzelfde neerkomen en hun gevraagd hierop te reageren. (...)

*Experiment 2*
Als tweede experiment heb ik zelf een soort prisoners dilemma bedacht. Ik kwam op het idee toen ik keek naar het programma "Judas Game" dat afgelopen herfst op de TV is uitgezonden. Dit spel heb ik in het klein nagespeeld met de leer-



lingen. Met het spel kun je een hele of halve rol snoep winnen, of niets. Nadat ze het schema (...) hadden gezien moesten ze op een blaadje schrijven delen of niet delen: (...)

*Experiment 3*

Het derde en laatste proefje, dat ik in de les heb behandeld was ook weer een prisoners dilemma. Een prisoners dilemma is een voorbeeld van een sociaal dilemma. De maatschappij is er bij gebaat dat iedereen zich houdt aan bepaalde normen, maar de verleiding is vaak groot om je er niet aan te houden en je eigen voordeel na te streven. (...)

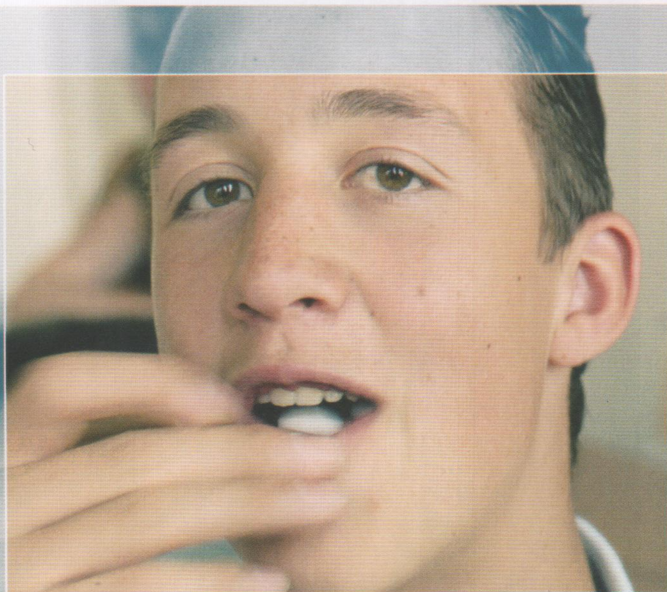
*Experiment 4*

Het laatste experiment, dat ik in het klein heb uitgevoerd bij vrienden en op mijn werk is weer een vorm van framing. Ik heb tien collega's en familieleden twee soorten reclame van loterijen voorgelegd die eigenlijk precies op hetzelfde neerkomen (...)

## Conclusie

Nu, na me enkele maanden in Adam Smith en de speltheorie te hebben verdiept, ben ik er achtergekomen. De theorie van Adam Smith klopt wél, alleen is hij niet in elke situatie toepasbaar.
Als je bijvoorbeeld wilt weten waarom het rentepercentage van obligaties verschilt, als de vervaldata verschillen, is het klassieke model prima bruikbaar. Als je wilt weten waarom er meer marsen worden gegeten na een nieuw reclamespotje is het model niet bruikbaar. Het wil dus niet zeggen, dat wanneer je het model in de ene situatie niet kan toepassen, je het nergens op kan toepassen. En andersom ook niet, als je het model één keer gebruikt, je het meteen overal op kan toepassen. Het ligt er maar net aan in welke situatie je jezelf bevindt.
Adam Smith was een verstrooid man, die zijn eigen leven niet eens op orde leek te hebben, maar toch was hij in staat om het hele economisch bestel binnen een model te plaatsen, het prijs en marktmechanisme. Dat model wordt nu, zo'n twee eeuwen na het ontstaan ervan, nog wereldwijd gebruikt om economische situaties mee te verduidelijken, op te lossen en te voorspellen. Hoewel er een paar onvolkomenheden aan het model vastzitten, is het toch goed bruikbaar. Een beter model dan dat van Adam Smith is denk ik ook niet mogelijk, omdat het gedrag van mensen zo onvoorspelbaar is. Ten eerste is het zo dat de emoties die een rol spelen per individu verschillend zijn, en ten tweede veranderen de normen en waarden waarop die emoties gebaseerd zijn ook met de tijd.

Uit dit onderzoek kan ik dus concluderen dat, als op een dag iedereen wakker zou worden met de hersenen van een homo economicus, de klassieke theorie van Adam Smith perfect zou zijn, maar zolang de wereld bevolkt wordt door mensen moet de economie rekening houden met de gedragingen van deze soort.



# Wat docenten ervan vinden

Na het geven van het practicum is er vaak op de bezochte school gelegenheid voor een kort gesprek met de betrokken docent(en). Over het algemeen zijn de docenten zeer te spreken over het practicum. Zowel de behandelde theorie en de bijdrage voor de lesstof als de toegankelijkheid en het enthousiasme van de studenten laten goede indrukken achter. Dit blijkt ook uit schriftelijke evaluaties die na elk gegeven practicum door de docenten ingevuld worden. Hierbij wordt op acht onderwerpen een cijferwaardering gevraagd op een schaal van één (slecht) tot vijf (goed). Het gemiddelde van alle waarderingen is een ruime 4,5. Naar onze mening een zeer goed resultaat.

Naast een kwantitatieve waardering is er in de evaluaties ook gelegenheid tot het uiten van commentaar en toelichting. Hieronder zijn enkele reacties weergegeven die een kwalitatief beeld geven van de meningen van docenten.

**Een reactie van een docent over het bezoek aan Wageningen Universiteit met zijn klas:**

*De groep met wie ik 'Adam Smith was wrong' heb gevolgd, was erg enthousiast. Ook ik moet zeggen dat de presentatie van de studentes buitengewoon helder was. Ook de beamerpresentatie droeg hieraan bij omdat de spellen nagelezen konden worden als je ze niet begrepen had. Duidelijk werd dat je als mens wel denkt dat je rationele en weloverwogen besluiten neemt, maar dat dit in werkelijkheid niet zo is. Ook het middagprogramma, na de goed verzorgde lunch, maakte de leerlingen duidelijk dat besluiten vaak genomen worden met een tekort aan informatie en dat het streven naar volledige informatie een illusie is.*

**Een reactie van een docent na een bezoek aan de school:**

*Mijn algehele indruk over het practicum is zeer positief. Voor mijn leerlingen een zeer welkome afwisseling op de dagelijkse lespraktijk. "Adam Smith was wrong" volgens de studenten en ze hebben de leerlingen daar op een aardige wijze van weten te overtuigen met*



*enkele spelletjes en een stukje film. Beide studenten waren zeer enthousiast en de ervaring straalde ervan af. Ze reageerden beiden goed op wat er in de klas gebeurde en hun presentatietechnieken waren prima. Didactisch vond ik dat er nog wel wat dingetjes beter hadden gekund. Een wat uitgebreidere inleiding over de klassieke theorie en dit wellicht even afzetten tegen de bij de leerlingen wel bekende Keynesiaanse theorie had wat meer houvast gegeven voor de leerlingen. Een iets uitgebreidere inleiding met wat meer tijd voor reflectie en conclusie zou volgens mij het practicum nog beter maken.*

**Enkele korte reacties uit de evaluaties:**

*Een heel leuk practicum en de leerlingen deden goed mee. De presentatie was vlot en goed en ook de persoonlijke verhalen van de studenten over hun studentenleven waren informatief. De leerlingen mochten zelf vragen stellen en maakten daar goed gebruik van.*

*Een verzorgde en goed voorbereide les die enthousiast gebracht wordt. De didactische kwaliteiten waren uitstekend en het practicum was ook afwisselend. Daarnaast waren de persoonlijke praatjes van de studentes duidelijk en de hele groep was geboeid.*

*Het was een nuttige, plezierige en functionele les. De spelletjes slaan aan bij de leerlingen. Er zit in het gehele practicum een logische opbouw en het is zonder veel voorkennis goed te begrijpen.*



# Wat leerlingen ervan vinden

In principe zijn de leerlingen die het practicum ondergaan de mensen waar we het practicum voor doen. Wij hopen voornamelijk dat zij er iets van opsteken en dat zij op een voor hen aantrekkelijke manier met economie in aanraking komen. Hoewel leerlingen bij aanvang van het practicum vaak een zeer afwachtende en passieve houding hebben breekt het ijs altijd zeer snel en wordt er zeer actief meegedaan.

De meningen van de leerlingen zijn erg belangrijk. Als organisatie willen wij deze meningen dan ook graag meenemen ter verbetering. Er wordt, voornamelijk bij bezoeken van een school aan Wageningen Universiteit, schriftelijk geëvalueerd wat de indrukken van leerlingen zijn. Het practicum komt als goed tot zeer goed naar voren.
Wanneer leerlingen gevraagd wordt een cijfer van één tot tien toe te kennen aan het practicum, dan wordt het practicum gewaardeerd met een gemiddelde van een 7,5.

Naast deze kwantitatieve waardering is er ook ruimte voor kwalitatieve beoordeling. Wij vragen de leerlingen om in één à twee zinnen hun indruk op papier te zetten, onderverdeeld naar sterke en zwakke punten. De volgende citaten uit de evaluaties van schoolbezoeken tonen aan dat de leerlingen het practicum over het algemeen zeer boeiend en leuk vinden.

**Over het practicum zelf:**

*De uitleg van de theorie was goed en duidelijk. Het was allemaal erg leuk gedaan en vooral was het wel leuk hoe er werd aangetoond waarom Adam Smith ongelijk had. Het enige was dat ik het programma een beetje te lang vond duren.*

*Ik vond de voorbereiding goed, echter interesseert economie me niet. Toch vond ik het wel leuk dat de theorie ongeveer met de praktijk werd vergeleken. De proefjes waren grappig en het is goed dat je een prijs kan winnen, want dan doet iedereen goed mee.*

*Ik vond het een interessante en goed te begrijpen workshop. Het waren leuke spelletjes die duidelijk uitgelegd werden. De opbouw van de bespreking was erg goed en de conclusie kon iedereen daardoor zelf invullen. Economische modellen worden duidelijk als je praktisch te werk gaat. Er waren eigenlijk geen minpuntjes.*

**Over Wageningen Universiteit:**

*Ik had van tevoren geen mening over Wageningen Universiteit. Ik dacht dat het een echte boerenland-universiteit was. Achteraf vind ik het nog steeds boers maar wel een mooie locatie met interessante studies.*

*Het leek me een beetje uitgestorven, een plek met veel kassen en veel groen. Na deze dag lijkt het me eigenlijk wel leuk om hier te gaan studeren, gezellig. Het is ook veel groter dan ik had gedacht.*

Als laatste wordt in de evaluatie gevraagd of het beeld over het vak economie nu veranderd is. Buiten een aantal antwoorden 'nee' is het leuk te kunnen vermelden dat ons practicum bij een grote groep leerlingen toch iets heeft veranderd. De volgende korte reacties laten dit zien:

*Jah, godzijdank wel.*

*Ja, ik wist niet dat het zoveel met de praktijk te maken had.*

*Het kan dus toch leuk!*

*Nee. Nou een beetje dan.*

*Ja, heel anders, zo behandelen we economie nooit.*



*Artikel uit het Tijdschrift voor economie onderwijs, nummer 1, 2003*

# Mobiel Practicum Economie & Experiment

# 'Adam Smith was wrong'

**Economie moet je doen, aldus het rapport Teulings, met als belangrijkste conclusie dat de economieles meer vanuit de praktijk moet worden benaderd. VWO-campus van Wageningen Universiteit is hierop ingesprongen en heeft een mobiel economie practicum ontwikkeld speciaal voor 4 en 5 VWO scholieren. Het toetsen van economische theorieën door middel van experimenten en het aanreiken van ideeën voor een profielwerkstuk staan hierin centraal.**

**Door Ger Trip en Suzanne Pegge**

## Inleiding

De titel van het practicum 'Adam Smith was wrong' is ontleend aan de film *A Beautiful Mind*. Deze film gaat over het leven van John Nash, die in 1994 de Nobelprijs voor Economie ontving en een belangrijke stimulans heeft gegeven aan de ontwikkeling van de speltheorie. Tijdens het practicum wordt een fragment uit deze film getoond waarin Nash zijn theorie uitlegt: als elk individu enkel en alleen zijn eigen winstmaximalisatie nastreeft, is de som der winsten van alle deelnemers niet noodzakelijk de absoluut optimale som in totaliteit. Oftewel: coöperatie binnen de groep is noodzakelijk voor het bereiken van het optimale totale resultaat.

Dit is tegenstrijdig met Adam Smith's bewering: "Wat goed is voor één, is het best voor iedereen". Adam Smith gaat er vanuit dat mensen altijd hun individuele nut maximaliseren. In de praktijk blijkt echter dat mensen zich vaak anders gedragen, niet volgens de standaard economische uitgangspunten.

## Begrensde rationaliteit

Het begrip rationaliteit wordt in de economie breed geaccepteerd. Met het begrip zijn veel dingen in de economie te verklaren en voorspellen: economische groei en internationale handel. Deze uitgangspunten van de neoklassieke school zijn de laatste jaren kritisch bekeken.

In de kritiek is het begrip begrensde rationaliteit ontstaan. Volgens deze opvatting weten mensen niet altijd wat ze willen en handelt niet iedereen consistent. Bijvoorbeeld omdat zij te weinig overzicht hebben over de situatie, omdat zij de consequenties van hun acties niet kunnen overzien of omdat andere factoren van invloed zijn. Op welke wijze neemt iemand die 'begrensd rationeel' is beslissingen? Welke factoren beïnvloeden mensen waardoor zij niet meer 100% consistent handelen? Dit zijn belangrijke vragen die op dit moment spelen in de economische wetenschap. Hier wordt veel onderzoek naar gedaan, ook in Wageningen. Het onderzoek wordt onder andere gedaan door het uitvoeren van economische experimenten.

Met behulp van deze empirische onderzoeken is aangetoond dat productie, consumptie, investerings- en beleggingsbeslissingen sterk worden beïnvloed door menselijke emoties. Risico's worden vaak niet, zoals het zou moeten, rationeel afgewogen. Angst voor verliezen wint het meestal van het plezier van redelijk te

verwachten winsten. Vastgeroeste gewoonten winnen het vaak van het gebruik van nieuwe, feitelijke informatie om het gedrag te veranderen.

## Het practicum

Tijdens het practicum worden VWO-scholieren geconfronteerd met het feit dat ook zij niet altijd rationele beslissingen nemen. We laten de leerlingen dit zelf ervaren door kleine, economische experimenten met ze uit te voeren. Achteraf zullen de scholieren zien dat ze hun beslissingen niet altijd hebben gebaseerd op rationaliteit, maar op andere factoren.

Een voorbeeld van een experiment is het zogenaamde Framing experiment van Tversky and Kahneman. Hierin tonen zij aan dat de keuzes die mensen maken, voor het wel of niet meedoen aan bijvoorbeeld een loterij, beïnvloed worden door de context waarin de kans op winst of verlies wordt gepresenteerd. Wanneer de nadruk op het verliezen wordt gelegd kiest men vaak voor zekerheid, ligt de nadruk op winnen dan durven mensen vaak wel een gokje te wagen.

Een ander experiment gaat in op bezitsneiging (endowment effect). Uit dit experiment blijkt dat mensen meer waarde hechten aan een product zodra ze dat in bezit hebben. Dit is strijdig met een objectieve economische waardering waarin het al dan niet bezitten van een product geen rol zou mogen spelen bij het bepalen van het potentiële nut er van.

Andere experimenten uit het mobiele practicum zijn het Ultimatum spel en het Prisoner's dilemma. Het Ultimatum spel is een onderhandelingsspel tussen gevers en ontvangers. Met dit experiment kan worden aangetoond dat er andere factoren dan puur winstbejag aanwezig zijn bij het nemen van beslissingen over het verdelen van welvaart. Met behulp van het bekende Prisoner's Dilemma kunnen de verschillende consequenties van het nastreven van het algemene en individuele belang goed worden weergegeven.

## Smith versus Smith

Naast de aanbeveling van de commissie Teulings om economie meer vanuit de praktijk te benaderen, zien we ook internationaal veel belangstelling voor Behavioral Economics. Dit blijkt onder meer uit de toekenning van de Nobelprijs in 2002 voor de economen Kahneman (van oorsprong psycholoog) en Smith, voor hun pionierswerk op het gebied van de experimentele economie.

Smith heeft, wat voor elke beoefenaar van natuurwetenschappen, vanzelfsprekend is, ook een laboratorium geopend voor economisch onderzoek naar de werking van markten. Met behulp van heuse experimenten heeft hij onderzocht of de claims van Adam Smith en alle generaties klassieke en neoklassieke economen na hem op verifieerbare waarheid berusten. Daarbij kwam hij tot de eenduidige conclusie dat rationaliteit in economische besluitvormingsprocessen zeker niet het laatste woord heeft.

*Artikel uit het Tijdschrift voor economie onderwijs, 2003*

## EEN IMPRESSIE UIT DE TESTFASE VAN HET MOBIELE PRACTICUM

# 'Adam Smith was wrong'

**In nummer 1, 2003, van Tijdschrift voor economie onderwijs stond een artikel over het mobiele practicum Economie & Experiment van VWO-campus. Het artikel ging voornamelijk in op de inhoud en achtergrond van het practicum, dat deels gebaseerd is op het rapport Teulings: 'Economie moet je doen'. Maar hoe gaat zo'n practicum in zijn werk en wat vinden alle betrokkenen er eigenlijk van?**

**Door Tim Jacobs**

"Kan iemand mij vertellen wie Adam Smith was?"

–"Uhhh... econoom!"

"Ja, zover was iedereen natuurlijk al, het is niet voor niks een economie practicum. Maar weten jullie waardoor hij zo belangrijk was voor de economie, welke theorieën hij bedacht had?" ...(verdacht stil)... "Niemand?" Ik kijk de docent aan en die knikt instemmend dat ze het wel hebben gehad. En dan komen twijfelend wat kreten uit de klas.

–"Vraag en aanbod?!"

–"Marktmechanisme?!"

"Precies, Adam Smith heeft inderdaad te maken met vraag en aanbod en het marktmechanisme. Adam Smith was namelijk een van de grondleggers van het moderne economische denken. Hij bedacht de vrije markt theorie: als iedereen maar doet wat voor zichzelf het beste is, dan gaat de totale welvaart er het meest op vooruit. De 'invisible hand' zoals hij het verwoordde" ...(de docent knikt instemmend)... "En hij ging hierbij uit van rationaliteit."

Zo verloopt veelal de eerste interactie met leerlingen van 4 en 5 VWO. Nadat de twee studenten van Wageningen Universiteit zich voorgesteld hebben, begint het mobiel practicum 'Adam Smith was wrong' met deze vraag. In het begin een beetje schuchter, maar daarna is het ijs gebroken en komt er op elke vraag een stortvloed van kreten en antwoorden.



### Bijbaantje

Tot juni 2003 was ik een van de studenten die met dit mobiel practicum van VWO-campus langs scholen ging. In januari kwam ik bij het team, het practicum was toen nog volop in de ontwikkelingsfase. Het was een uitgelezen kans om geld te verdienen met leuk werk en om mijn presenteerkwaliteiten bij te schaven. Aanvankelijk was het erg wennen, behoorlijk spannend om voor een grote groep leerlingen te staan. Maar na een paar keer was het onwennige er af en circa 25 lessen verder wist ik niet meer anders.

Op het moment van schrijven (eind juni) is het practicum gereed om vanaf september fulltime gegeven te worden. Voor mij persoonlijk is dit zeer jammer, want ik zal er niet meer bij zijn. Het is tijd om de studie af te ronden.

Het lesgeven is veel reizen en soms lange dagen maken. Het klinkt misschien alsof dit vervelend is, maar dit is allerminst het geval. Je reist het hele land door, van Almelo tot Hulst

en van Venray tot IJmuiden. Meestal met een voorlichtingsauto van de universiteit, grote luxe voor een student. Maar soms op de fiets, als de school dichtbij is en je als milieuvriendelijke Wageninger volledig bepakt en bezakt per se aan het milieu wil bijdragen. Het heeft ook zo z'n charmes.

### De voorbereiding

Twee docenten, één van Wageningen universiteit en één van het VWO, de coördinator en vier studenten vergaderen tweewekelijks. De vergaderingen zijn hard nodig om het practicum vorm te geven en om te bespreken wie welke school gaat bezoeken. De coördinator geeft onder andere up-to-date informatie over de te bezoeken scholen en zorgt dat al het lesmateriaal aanwezig is. Er moet een auto beschikbaar zijn, een beamer en laptop moeten worden gereserveerd en brieven, geld en producten moeten in voldoende mate aanwezig zijn.

### Een dag op pad

Telkens als er een practicum in het land gegeven moet worden gaan er twee van de vier studenten, in wisselende samenstelling, op pad. De auto en materialen worden opgehaald en dan de weg op om hopelijk ruim voor aanvang aanwezig te zijn. Meestal lukt dit, maar een enkele keer zit alles tegen en moet er gehaast worden om nog op tijd te komen. Vervolgens maak je even kennis met de docent en binnen een paar minuten is alles opgebouwd in het lokaal en kan de les van start gaan.

De les behandelt twee theorieën, die van Adam Smith en John Nash, aan de hand van vijf experimenten (zie Tijdschrift voor economie onderwijs, 2003, nummer 1). De leerlingen zijn continu bezig en het practicum is zeer interactief. En wat vooral belangrijk is, ze kunnen geld verdienen en producten winnen! Op die manier lukt het eigenlijk altijd om iedere leerling betrokken te krijgen en de economische theorieën tot hen door te laten dringen.

Gedurende de les zijn de leerlingen altijd zeer actief en goed gestemd. Ze blijken het erg leuk te vinden om op deze manier een economieles te volgen, om niet met lege handen weg te gaan en om suggesties over profielwerkstukken en practische opdrachten mee te krijgen. Daarnaast zijn ze vaak verbaasd over de door ons aangedragen voorbeelden uit het dagelijks leven. Ze beseffen zo dat ze in de realiteit ook continu met deze experimenten te maken hebben. Een van de eerste experimenten, het ultimatumspel, gaat over onderhandelingen en er wordt daarbij ook geld uitgedeeld. Een veel gehoorde reactie uit de klas is:

-"Oh, dat zal wel nep geld zijn!"

"Nee hoor, dat is allemaal echt! We geven zo dadelijk 12 euro weg."

-"En mogen we dat dan ook houden?"

"Ja, dat is allemaal voor jullie."

-"Betalen jullie dat zelf dan?"

"Nee hoor, dat doet Wageningen Universiteit. Wij zijn niet gek!"

# Evaluatie

Niet alleen de leerlingen zijn enthousiast en fanatiek. Tijdens de les doet de docent meestal ook mee. Na de les wordt er vaak met de docent nog even nagepraat en het practicum geëvalueerd. De docent is eigenlijk altijd zeer te spreken over het educatieve element en over het op een andere manier benaderen van economische onderwerpen. Enkele docenten hebben naar aanleiding van het practicum een vraag in het examen verwerkt. Ook borrelen er vaak bij hem/haar ideeën op om in eigen lessen toe te passen of om nog eventueel in een nieuw te ontwikkelen practicum toe te passen.
Een aantal reacties van docenten is de volgende:

*'Grote betrokkenheid van de leerlingen, interactief.'*
Els Wijnberger, TMO-college, Den Haag

*'Zeker voor herhaling vatbaar!!'*
Jacko Stuivenberg, CLV, Veenendaal

*'Interessant en activerend, een goede werkvorm'*
Albert van Helden, Van Lodensteincollege, Amersfoort

*'Ik doe altijd aan alles mee, maar dit was voor het eerst echt iets waar je wat aan hebt. De leerlingen vonden het ook geweldig...'*
Marian Maagdenberg, Andreas College, Katwijk



UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM



# Hoofdstuk 5

Werkstuklab

Aan het werk in het UvA werkstuklab

Begeleiders aan het woord

UvA werkstuklabprijs 2004

Geheimen kosmische straling ontcijferd

Meten kosmische straling

Meten levensduur muonen

Meten Cerenkoc-straling

Docenten bijgeschoold in mastercourses








Bonte
rijen


ANG

# Werkstuklab

Motivatie voor bèta ontstaat door actief bezig te zijn met uitdagende natuurwetenschappelijke vraagstukken. Dit gebeurt bijvoorbeeld in het kader van profielwerkstukken. Het profielwerkstuk is een klein wetenschappelijk onderzoek dat havo en vwo scholieren in het laatste jaar van hun opleiding moeten doen. In de bètavakken vereist dit goed uitgeruste scholierenlabs. Veel scholen ontbreekt het echter aan materiaal en tijd om daar voldoende aandacht aan te besteden. Met het Werkstuklab wil de Faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam daar oplossingen voor bieden.

Scholieren die op zoek zijn naar ideeën voor profielwerkstukken en naar hulp bij het maken ervan, kunnen terecht in het Werkstuklab van de UvA. De faculteit NWI heeft voor scholieren speciale labruimtes ingericht waar de scholieren gebruik kunnen maken van de bij de profielwerkstukken benodigde practicumfaciliteiten. Dit kan zijn in één van de computerzalen waar materiaal voor computerondersteund experimenteel onderzoek, robotica, diverse software en internetvoorziening aanwezig is of in één van de diverse onderzoekslabs van de faculteit.

Op www.science.uva.nl/profielwerkstukken worden ruim 50 ideeën voor profielwerkstukken met uiteenlopende bètaonderwerpen aangeboden. Deze profielwerkstukken kunnen op de UvA onder begeleiding uitgevoerd worden, maar bovendien kunnen scholieren via de website vragen stellen over een profielwerkstuk dat ze zelf verzonnen hebben, of vragen om facilitaire ondersteuning of begeleiding op de universiteit.
Aanmelding geschiedt via de website.
Door de mogelijkheid te bieden van de faciliteiten van de faculteit wordt er goed ingespeeld op de vraag van scholen en scholieren. Tegelijkertijd maken scholieren op deze manier intensief kennis met de faculteit: zij kunnen de sfeer proeven en kennis maken met docenten en studenten.

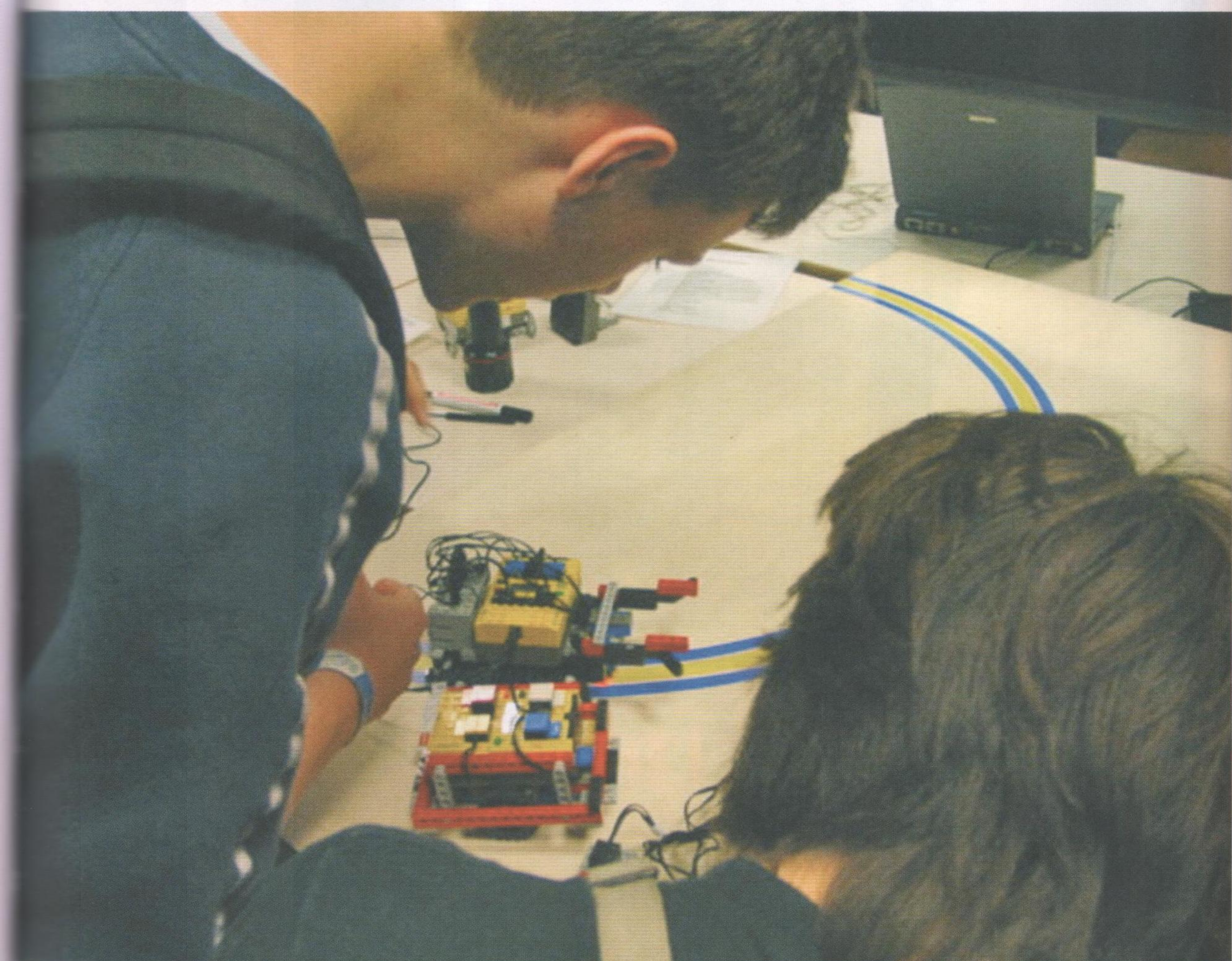
# Scholieren aan het werk in het UvA werkstuklab



Barbara en Debbie uit Almere maakten hun profielwerkstuk over chemiluminescentie en kwamen naar de UvA voor hun metingen. Ze hadden eigenlijk nooit van deze term gehoord tot ze op zoek gingen naar een leuk onderwerp voor hun profielwerkstuk. "Op internet kwamen we een site over fluorescentie tegen, maar onze docente vertelde dat dit erg moeilijk te meten is. Zij kwam toen met de suggestie om het over de chemiluminescentie van luminol te doen, omdat je dat wél goed kunt meten. We besloten de werking van katalysatoren te onderzoeken op de reactie van luminol met waterstofperoxide. Dit hebben we gedaan door de hoeveelheid licht te meten die wordt uitgezonden als je verschillende katalysatoren gebruikt. Dit kun je alleen meten met een fotospectrometer, en die hebben we niet op school. Dus zijn we naar de UvA gegaan om onze metingen uit te voeren."

Lenneke en Denise van Scholengemeenschap Augustinianum uit Eindhoven hebben hun profielwerkstuk gemaakt over DNA-fingerprinting. Voor hun onderzoek stelden zij zichzelf de vragen 'Wat is DNA-fingerprinting, hoe werkt het en wat zijn de toepassingen?' Na het bestuderen van de theorie zijn ze naar de UvA gekomen om de techniek zelf een keer uit te voeren. Naast de techniek hebben Lenneke en Denise het DNA-fingerprinten ook vanuit een maatschappelijke kant bestudeerd. Ze zijn op zoek gegaan naar de voordelen en de nadelen en hebben verschillende meningen geïnventariseerd. Tot slot hebben de twee scholieren ook hun eigen mening gegeven op de genetische vingerafdruk. Na haar onderzoek kwam Lenneke tot de mening dat DNA-fingerprinting alleen in beperkte mate mag worden ingezet bij misdaadbestrijding.

# Begeleiders van het werkstuklab aan het woord



JOHAN VAN DE RIDDER is didactisch specialist bij de Universiteit van Amsterdam en begeleidt scholieren bij het bedenken en uitvoeren van het werkstuk.

"Ik ben een soort intermediair voor de scholieren. Ik help bij het uitwerken van hun plannen en bij oplossen van problemen. In veel gevallen zijn de leerlingen zo enthousisiast en vol ideeën dat ik ze zelfs een beetje moet afremmen! Het is heel leuk om te zien hoe er vaak een onderlinge taakverdeling ontstaat. De ene kiest voor constructies en het bouwen, terwijl de andere zich bezig houdt met programmeren. Er is goede samenwerking tussen de leerlingen en de UvA. Dit brengt ongekende mogelijkheden met zich mee. Wij hebben veel te bieden als het gaat om ervaring, apparatuur en kennis, terwijl de scholieren met enthousiasme, ongekende ideeën en eigengereide vragen ons uitdagen en stimuleren."



**DHIREDJ JAGESAR** begeleidde dit jaar een groep leerlingen van het Montessori Lyceum Amsterdam.

"Toen ze hier kwamen, hadden ze in eerste instantie een nogal ambitieuze vraagstelling. Ze wilden onderzoeken of het mogelijk was een radiografisch bestuurbare nano-auto te maken. Een heel leuk idee, maar voorlopig is dat nog science fiction. Ze hadden wel al heel goed nagedacht over relevante subvragen, waarmee ik ze wél kon helpen.
Ze wilden onderzoeken welk molecuul een radiosignaal kan opvangen en de energie die daarbij vrij komt kan omzetten in beweging. Uiteindelijk werd het dus net iets anders, en werden de radiosignalen vervangen door lichtsignalen."

# UvA Werkstuklabprijs 2004

**Op 2 april 2004 is voor de tweede keer de UvA Werkstuklabprijs uitgereikt. Aan deze wedstrijd konden alle scholieren deelnemen die voor de uitvoering van hun profielwerkstuk naar de UvA waren gekomen of op een andere manier advies hadden gevraagd via het UvA Werkstuklab. Zes geselecteerde kandidaten mochten hun werkstuk presenteren voor een jury en een volle zaal. De winnaars kregen een geldbedrag en mochten deelnemen aan de 11e International Conference for Young Scientists in Nijmegen eind april 2004.**



## 1e prijs – Zelfdragende constructies

Jeroen Nederstigt en Remco van Zijl uit Haarlem bouwden met behulp van houten palen een koepelconstructie zonder daarbij spijkers, schroeven of andere hulpmiddelen te gebruiken. Zij baseerden hun constructie op diverse ontwerpen die zij maakten aan de hand van wiskundige en natuurkundige berekeningen. Na hun ontwerpen eerst uitgeprobeerd te hebben met schaalmodellen, bouwden ze op het schoolplein een levensgrote zelfdragende koepel van meer dan vijftien meter in doorsnee en twee meter hoog. Jeroen en Remco hadden hun wiskundige formules zelf opgesteld. Vooral dit creatieve pionierswerk, en de originaliteit van het onderwerp werd geprezen door de jury.

## 2e prijs – Chemiluminescentie

Debbie van der Linden en Barbara Olde Bijvank uit Almere presenteerden hun werkstuk over de reactie tussen luminol en waterstofperoxide, waarbij licht vrijkomt. Zij onderzochten onder invloed van welke katalysator de grootste lichtintensiteit optrad. Naast een goed inhoudelijk werkstuk was de jury vooral onder de indruk van de professionele presentatie die Debbie en Barbara gaven.

## 3e prijs – Holografie

Marco Heimensen en Michiel Nieuwenhuis uit Amersfoort gaven uitleg over het hologram dat zij gemaakt hadden van een driedimensionale foto. Een hologram is een projectie met behulp van laserlicht, waarbij het lijkt alsof je tegen een 3-D plaatje aan kijkt. De jury vond dat ze allebei heel vaardige experimentatoren waren. Marco en Michiel hadden vier experimenten gepland en deze zijn allemaal gelukt. Daar slagen, aldus de jury, zelfs de meeste studenten niet in.



# Geheimen van kosmische straling ontcijferd

Door dit project wordt fascinerende natuurkunde ontsloten voor grote groepen leerlingen en zal experimenteel onderzoek op het gebied van de deeltjesfysica ook voor scholen toegankelijk zijn. Het project is drieledig: op gebouwen van de FNWI worden meetstations voor detectie van kosmische straling geplaatst; daarnaast is er op de faculteit apparatuur ter detectie en het meten van de levensduur van muonen en Cerenkov-straling toegankelijk voor leerlingen. Bovendien worden, in eerste instantie twintig, scholen voorzien van smartsensoren ter meting van de levensduur van deeltjes. In samenwerking met scholen ontwikkelt de FNWI lesmateriaal en profielwerkstukken. Docenten en studenten van de FNWI begeleiden leerlingen op de faculteit of online bij hun werkstukken.



# Meten kosmische straling

De aarde wordt continu bestookt door kosmische stralen, kleine deeltjes uit het heelal. Deze energetische stralen knallen hoog in de atmosfeer op luchtmoleculen uiteen. Wat er overblijft, is een sproeier van kleine deeltjes.

Hoe meer energie, hoe groter de sproeiregen van deze nieuwe deeltjes die op het aardoppervlak terechtkomt. Op dit moment is het nog onbekend hoe deze hoog-energetische deeltjes uit kosmos ontstaan. Met 10 tot 15 meetpunten op een oppervlak van 100 $km^2$ kan men al een goed beeld krijgen van de omvang van de lawine en de richting van waaruit deze geproduceerd is. Binnenkort worden er een aantal van deze meetstations op de laboratoria van de FNWI geïnstalleerd. Met behulp hiervan kunnen er concrete meetprojecten en lesmateriaal ontwikkeld worden voor de scholen die vergelijkbare meetstations in het kader van het HiSPARC project plaatsen. Deze fase tussen het verzamelen van meetresultaten en het geschikt maken voor leerlingen is essentieel: de brug tussen de praktijk van de hoge energie fysica en het voortgezet onderwijs is goed te slaan maar bestaat nog niet. Door dit project kunnen scholieren niet alleen direct in contact komen met de 'echte' hoge energie fysica, maar ook met state-of-the-art meettechnieken als computergestuurde data-uitlezing en integratie van het GPS systeem. Deze meetstations worden daarnaast met een paar extra sensoren uitgebreid tot eenvoudige weerstations. Uiteindelijk zijn de deelnemende scholen zo onmiddellijk betrokken bij het opzetten en onderhouden van een lokale cluster van meetstations, terwijl zij over de projecten en het lesmateriaal beschikken om ermee aan de slag te gaan. De gegevens worden via een nieuw digitaal netwerk DATA GRID verwerkt. De per computer gereconstrueerde gebeurtenissen zullen vervolgens via internet beschikbaar worden gesteld zodat de scholen 'zien' wat ze gemeten hebben en er weer mee verder kunnen. Zowel binnen het vak Algemene NatuurWetenschappen (ANW) en natuurkunde -eventueel ook in de techniek en informatica- vervult zo'n meetstation een aantrekkelijke praktische rol naast de theoretische leerstof: het demonstreert dat kosmische straling dichterbij is dan je denkt, en dat er veel aan te ontdekken valt!

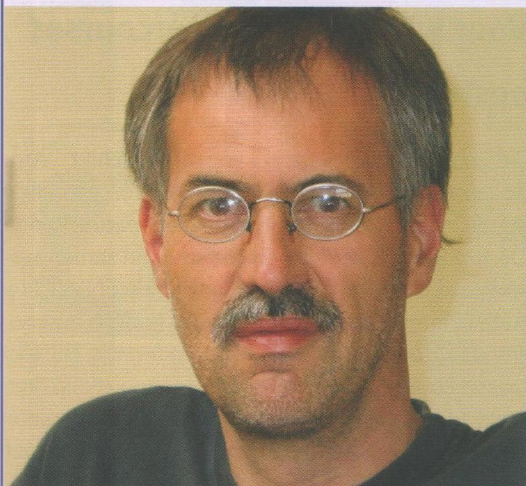
Ook natuurkunde.nl besteedt aandacht aan het HiSPARC project.

# Meten levensduur muonen

Hoog in de atmosfeer worden door kosmische straling onder andere muonen, een soort superzware elektronen geproduceerd. Deze muonen komen niet voor in de normale aardse materie, dus ze leven niet lang: zelfs te kort om het aardoppervlak te bereiken, ook al gaan ze met de lichtsnelheid! Hoe kan het dan dat we ze toch meten? Einstein heeft uitgelegd hoe dat begrepen kan worden, en wel met een verklaring die ook de grondslag is van de beroemde tweeling-paradox, waarbij één helft van een tweeling na een ruimtereis jaren jonger is dan de andere helft. In dit meetproject werkt de leerling met slimme sensoren om de korte levensduur van het muon te achterhalen. Ook kan de scholier met videometing het ionenspoor (of lichtspoor) van het muon door een stuk materiaal bestuderen. Met een eenvoudig magneetveld erbij kan men zo allerlei muon-vormen apart detecteren en uitspraken doen over eigenschappen als snelheid en lading. Zelfs kan de leerling de mysterieuze maar voor het begrijpen van het heelal zeer belangrijke neutrino's (die ook wel spookdeeltjes worden genoemd omdat ze zo moeilijk te meten zijn)

indirect aantonen. Dit alles vereist op dit moment geen hightech-opstelling meer, maar is dankzij de smartsensors met verder standaard aanwezige soft- en hardware gewoon op elke willekeurige school voor voortgezet onderwijs uitvoerbaar.

PROF. DR. FRANK LINDE docent aan de UvA en bedenker van dit profielwerkstuk: "Het leuke aan dit onderwerp vind ik dat je het deeltje kunt 'zien'. Niet letterlijk natuurlijk, maar wel door het licht dat het afgeeft. Daarnaast vind ik het nog steeds bijzonder dat je kunt uitrekenen hoe lang het deeltje leeft. Ik hoop ook dit jaar weer scholieren te verwelkomen om een detector te bouwen en data te verzamelen en te analyseren."



# Meten Cerenkov-straling

Als eenden (of natuurlijk een speedboot) door het water gaan, is hun snelheid groter dan de snelheid van de golven die ze produceren. Hierdoor ontstaat een boeggolf met de bekende V-vorm. Aan de hoek van deze V kan de snelheid bepaald worden. Iets dergelijks doet zich ook voor in de lucht, als een vliegtuig (of een kogel) sneller gaat dan het geluid: de schokgolf wordt vaak het doorbreken van de geluidsbarrière genoemd. Op het eerste gezicht is het heel verrassend dat deze V-vormige boeggolf zich ook bij licht voordoet: niets kan immers sneller gaan dan licht? In water gaat licht echter langzamer dan in lucht, en kunnen deeltjes als muonen zo'n hoge energie hebben dat ze het in snelheid winnen van het licht. De schokgolf van licht die dan ontstaat heet Cerenkov-straling; als deze straling op watermoleculen valt ontstaat er een blauwe gloed, die bekend is uit de waterbassins van kerncentrales waar radioactieve materialen worden opgeslagen. Ook leerlingen kunnen metingen doen aan Cerenkov-straling en zo geconfronteerd worden met één van de exotische kanten van de hoge energie fysica. De meetopstelling (sensoren, elektronica) is aanwezig in een typisch hoge energie fysica laboratorium. Het uitvoeren van het experiment vergt het nodige beleid en inzicht, waar de leerlingen zich (onder goede begeleiding) op kunnen uitleven. Daarna kunnen de meetgegevens op veel verschillende manieren verwerkt worden. Analyse van de meetgegevens is al een belangrijke uitdaging op zich, en net als bij de 'professionele fysica' is er natuurlijk de beloning van het aansprekende resultaat.

# Docenten bijgeschoold in master-courses

## Wat zijn mastercourses?

Een mastercourse is een cursusdag speciaal georganiseerd voor vwo-docenten, in het bijzonder van de eindexamenklassen. Bij een mastercourse staat de ontmoeting tussen docenten van de universiteit en docenten van het voortgezet onderwijs centraal. Zij krijgen de mogelijkheid weer in de collegebanken te zitten om nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen en verschillende interpretaties van hun vakgebied te horen.

Uit de ervaringen van de afgelopen jaren is gebleken dat dit wederzijds stimulerend werkt en een bijdrage levert aan de aansluiting tussen het voortgezet onderwijs en de universiteit. De mastercourses hebben een tweeledig doel: verdieping van de vakkennis en de toepassing in de praktijk van de vwo-docent en zijn leerlingen. Waarop de meeste nadruk ligt - verdieping of toepassing - verschilt per mastercourse.

## Hoe is een mastercourse opgebouwd?

Mastercourses worden meestal verzorgd door één of meerdere docenten binnen een vakgebied, maar het komt ook voor dat docenten van verschillende vakgebieden hun kennis met elkaar combineren.
Het ochtendgedeelte heeft veelal het karakter van een hoorcollege. Er is over het algemeen wat minder gelegenheid tot interactie. Het middagprogramma is doorgaans praktisch van aard. Er vindt bijvoorbeeld een discussie plaats of er wordt samengewerkt in kleine werkgroepen. Aan het eind van de dag ontvangen de deelnemers een certificaat van deelname.

## Voor wie zijn de mastercourses bestemd?

De mastercourses zijn vooral geschikt voor docenten biologie, ANW, wiskunde, aardrijkskunde, scheikunde, informatica en natuurkunde. De mastercourses komen tot stand in samenwerking met het AMSTEL Instituut van de FNWI. Het AMSTEL Instituut verzorgt onder andere nascholing van docenten in het bèta-onderwijs. Bij elke mastercourse staat de beoogde doelgroep vermeld. Uiteraard kunnen geïnteresseerden die niet direct tot de doelgroep behoren ook deelnemen aan de cursussen.




RuG

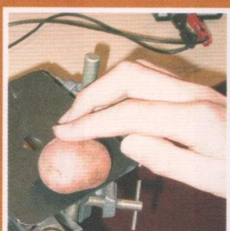
# Hoofdstuk 6



Bètasteunpunt

Studiestijgers

Promoteams



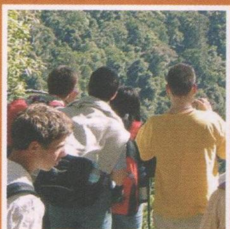
Wetenschapstoernooi voor scholieren

De Jan Kommandeurprijs

Datacompressie: het ACCM algoritme

De modelhovercraft

Korte termijngeheugen



Chemie in context

Profielwerkstuk en het web

Hellinggrafieken: het boek in de hoek



# Nieuw elan voor bèta's

**Over een kunstje voor de cavia of de wiskunde achter Escher, alles mogen ze vragen, als ze maar wat vragen. Het Bètasteunpunt van de Universiteit van Groningen en de Hanzehogeschool probeert de student-in-spe te interesseren voor natuur en techniek. Een nieuwe aanpak in aansluitingsprojecten tussen voortgezet en hoger onderwijs lijkt succesvol.**

De afgelopen tien jaar heeft zich een hardnekkige trend ingezet, waar vooral de 'klassieke' bèta-opleidingen wiskunde, natuurkunde en scheikunde onder lijden. Voor universiteiten en hogescholen groeit het besef dat er diep in de opleidingstrajecten moet worden ingegrepen, het begint al in het voortgezet onderwijs, en liefst nog eerder.

De Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen (FWN) van de Rijksuniversiteit Groningen heeft haar eigen antwoord gevonden op de vraag hoe zijn opleidingen voldoende belangstelling kunnen krijgen. Daarvoor spreekt de faculteit scholieren direct aan met het Groningse Bètasteunpunt. Tegelijk worden ook docenten betrokken, zij spelen immers een sleutelrol in het studiekeuzeproces van scholieren. De docenten uit de regio vinden elkaar in het scholennetwerk Studiestijgers. Met vallen en opstaan, is een heel aanbod van activiteiten gegroeid om scholieren en docenten aan te spreken.

De ondersteuning loopt uiteen van extensief, zoals on-line ondersteuning bij profielwerkstukken in het Bètasteunpunt en mogelijke 'inkijkcursus' in de propedeuse, tot intensief, door eigen experimenteel onderzoek te verrichten aan de faculteit, demonstratielessen, het volgen van Masterclasses of individuele lesmodulen.





*Twee meisjes onderzoeken de krachten die een vliegtuigvleugel moet verduren*



# Bètasteunpunt, de online scholierenvraagbaak

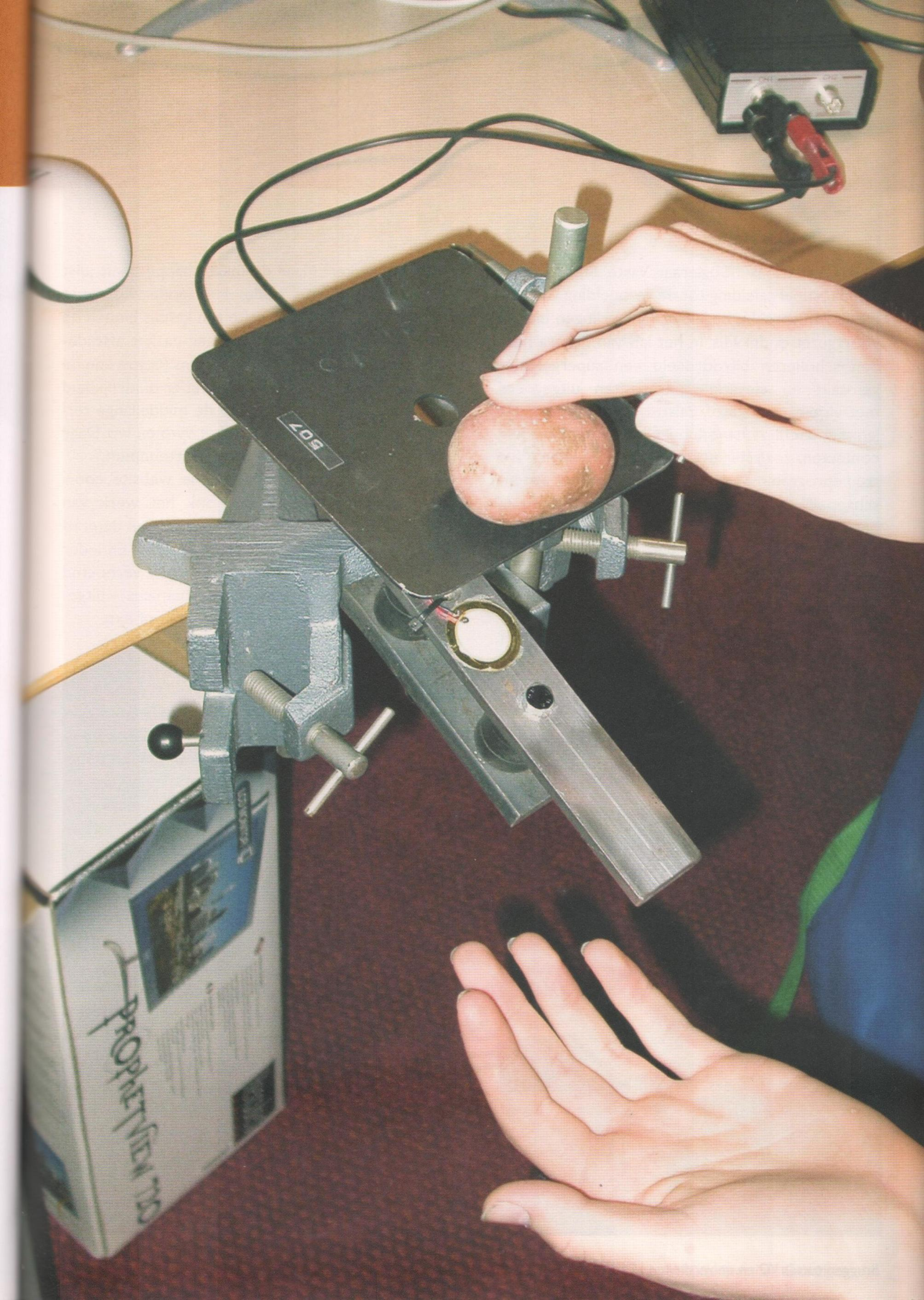
Het Bètasteunpunt is inmiddels de spin in het web van het Groningse aansluitingswerk. Voorop staat het werk voor de scholieren, met een website < www.betasteunpunt.rug.nl > en een helpdesk geeft het Bètasteunpunt ondersteuning aan scholieren bij hun praktische opdrachten, experimenteel onderzoek exacte vakken (exo) en profielwerkstuk. Omdat voor havo en vwo de aansluiting naar het hoger onderwijs vergelijkbaar is, trekken de bètafaculteiten van de Hanzehogeschool en Rijksuniversiteit Groningen hier samen op.

En met succes, jaarlijks beantwoordt het Bètasteunpunt nu meer dan zeshonderd vragen, meestal van tweetallen scholieren. Het afgelopen jaar kwam van al die vragenstellers nog eens bijna honderd duo's op de faculteit een proefopstelling bouwen of experiment uitvoeren. Daar ligt de kracht van het Bètasteunpunt, door de nieuwsgierigheid naar hoe het allemaal in elkaar zit maken scholieren persoonlijk kennis met onderzoekers en docenten voor wie natuurwetenschap en techniek hun dagelijks werk is.

De meeste vragen komen per e-mail binnen. De coördinator beantwoordt de vraag zelf of speelt hem door naar een specialist. Soms nodigen wij een leerling uit om langs te komen of om mee te lopen in de vakgroep om een experiment uit te voeren. Deze ontmoetingen inspireren en nodigen uit tot een verdieping van het onderwerp.

Daarnaast is er specialistische apparatuur voorhanden, zoals een gaschromatograaf, een massaspectrometer en een NMR-apparaat. Hiermee laten we scholieren zien dat wetenschap en technologie opwindend en uitdagend, en zeker niet saai zijn. Zo willen we de drempel naar een vervolgopleiding in het hoger onderwijs verlagen.

***Technisch ontwerpen: ontwerp een apparaat dat een dynamische stroom van aardappelen meet***


507
PROPHETVIEW

Thom Palstra is hoogleraar Vaste Stof-Chemie. Omdat supergeleiding tot de verbeelding van veel leerlingen spreekt, begeleidt hij leerlingen uit het voortgezet onderwijs. In het lab van Palstra hebben scholieren bijvoorbeeld een supergeleider gemaakt en elevatie-experimenten uitgevoerd met vloeibare stikstof. Palstra vindt het eigenlijk jammer dat hij zich moet behelpen met individuele contacten, zoals bij de profielwerkstukken. "De studieprogramma's in het voortgezet en wetenschappelijk onderwijs veranderen. Scheikunde op het vwo en op de universiteit lagen vroeger ver uiteen, evenals wiskunde, natuurkunde en biologie. Toch was de overgang vwo-wo redelijk eenvoudig. Tegenwoordig eisen scholieren die naar de universiteit gaan een uitgebreider programma. Dat verklaart ten dele de toename in interdisciplinaire vakken. Maar de maatschappij heeft juist disciplinaire kennis nodig. Het onderwijs moet zich richten op de behoefte aan kennis binnen de samenleving tot zo'n dertig jaar na het afstuderen. Dat is niet eenvoudig." Volgens Palstra kan de aansluiting beter: "Maar dan moet er duidelijkheid komen in het curriculum op de middellange termijn en in de kerntaken van het vwo en wo. Daar ligt een mooie taak voor het Bètasteunpunt."

Buiten het onderhouden van de website coördineert het Bètasteunpunt ook het werk van 'ambassadeursteams' die op vwo-scholen demonstratielessen geven in de exacte vakken. En ieder jaar wordt de Jan Kommandeurprijs - vernoemd naar een markante Groningse chemicus - uitgereikt voor het beste profielwerkstuk of exo.



*Werken aan olie-afbrekende bacteriën*

# Studiestijgers, scholennetwerk voor Noord Nederland



Op het bordes met de kersverse hoogleraar Rudolfs

Naast het Bètasteunpunt staat het docentennetwerk Studiestijgers. Binnen Studiestijgers ontwikkelen docenten lesmateriaal dat geschikt is voor de nieuwe profielen en de werkvormen van het vo. Ieder jaar worden er onderwerpen uitgewerkt, die voor de docenten het beste aansluiten bij waar zij dagelijks tegenaan lopen.
Er zijn vier werkgroepen: biologie, natuur-, wis- en scheikunde, die elkaar ook op de hoogte houden van hun werk. De werkgroepen ontwikkelen lesmateriaal dat geschikt is voor de nieuwe profielen en leerlingen stimuleert te kiezen voor bèta- en technische opleidingen. Het gaat erom dat zowel het voortgezet als het hoger onderwijs voordeel hebben. Daarbij geeft Studiestijgers vo-docenten meer inzicht in de ontwikkelingen in het hbo en wo, en dus in de benodigde leerstof.
Peter Koopmans is docent natuurkunde op het Praedinius Gymnasium in Groningen en is een van de deelnemers aan het netwerk. "Om de aansluiting te verbeteren moet je inhoudelijk naar de programma's op de middelbare school en de universiteit kijken en deze op elkaar afstemmen. Studiestijgers motiveert docenten en laat ze nadenken over andere didactische werkvormen, practica, enzovoort. Dankzij het netwerk krijgen wij een beeld van het onderwijs op de rug. Met die informatie kunnen onze leerlingen hun voordeel doen. In die zin draagt Studiestijgers indirect een beetje bij aan de aansluiting", aldus Koopmans. Hij vindt het van belang dat er de komende jaren veelvuldig overleg is tussen onderwijsgevenden van beide instellingen: "Welke inhoudelijke verandering gaat er plaatsvinden bij de exacte vakken in de vernieuwde tweede fase? Misschien kun je leerlingen uit de zesde klas een soort stage laten doen op de RUG. Dan krijgen ze een beeld van de universiteit en kunnen ze wellicht een betere keuze maken voor een bepaalde richting."
Daarom blijft de faculteit aan de weg timmeren met nieuwe initiatieven; de Groningse universiteit 'host' de elektronische leeromgeving Blackboard voor de vo-scholen in de regio. Dit opent de mogelijkheid om scholieren -vice versa- een inkijkje te geven in het propedeuse-onderwijs van de fwn.




# Promoteams

Naast de online ondersteuning van scholieren en het docentennetwerk heeft het Bètasteunpunt nog een derde poot: het verzorgt schoolbezoeken van 'Wispromoteams' en andere bèta-ambassadeurs. Het 'WisPromoteam' bijvoorbeeld spreekt scholieren op hun eigen school aan om hen enthousiast te maken voor wiskunde of een andere opleiding in natuur en techniek.
Het 'WisPromoteam' is twee jaar geleden door het Bètasteunpunt en het opleidingsinstituut Wiskunde van de faculteit opgericht. Aanleiding tot de oprichting van het promoteam was de toen wel heel lage instroom in de opleiding Wiskunde. Het WisPromoteam laat scholieren kennis maken met aansprekende wiskunde én enthousiaste, jonge wetenschappers en studenten. Dit gebeurt in teams van steeds twee personen: een assistent in opleiding en een tweede- of derdejaarsstudent. Daarnaast krijgen de teams speciaal ontwikkeld lesmateriaal mee over aansprekende, actuele onderwerpen uit de wiskunde die een interactieve aanpak mogelijk maken.
De eerste resultaten van de schoolbezoeken zijn goed. In de twee jaren dat het WisPromoteam actief is, is het aantal eerstejaars gestegen van acht naar meer dan vijfentwintig. Hoewel het niet is hard te maken dat dit uitsluitend het gevolg is van de activiteiten van het team, lijken die zeker van invloed te zijn geweest. Dat blijkt ook uit de informele gesprekken met eerstejaarsstudenten op wiens school het WisPromoteam indertijd op bezoek is geweest: leerlingen van de scholen zijn soms verbaasd dat aan 'stoffige' opleidingen toch enthousiast gewerkt en gestudeerd wordt. De schoolbezoeken waarbij een assistent in opleiding (aio) in het team was opgenomen, verliepen beter dan de schoolbezoeken zonder aio. Aio's hebben vaak al enige onderwijservaring en konden daarom beter inspelen op onverwachte situaties. Het idee van WisPromoteam heeft inmiddels navolging gekregen bij andere opleidingen aan de faculteit.

Bart van de Laar & Alex van den Berg

# Internationaal wetenschaps-toernooi voor scholieren

**Het International Young Physicists' Tournament, kortweg IYPT, is een internationale competitie die jaarlijks in één van de deelnemende landen gehouden wordt. Het is een prestigieuze wedstrijd voor aanstormende bètatalenten uit de hoogste klassen van het vwo. De 17e editie van dit toernooi werd dit jaar gehouden in Brisbane (Australië). Zesentwintig teams van ieder vijf leerlingen namen het tegen elkaar op. Dankzij de financiële steun van de Stichting Physica en de Rijksuniversiteit Groningen was ook Nederland wederom met een team vertegenwoordigd.**




*Het Nederlandse team tijdens één van de physics fights. Van links naar rechts: Eva van Viegen, Sytse Bisschop, Maarten Rijkmans, Wilke van der Schee en Ton van den Bremer*


Het Nederlandse team is druk aan het overleggen tijdens de voorbereiding op de oppositie

## Het belang van de IYPT

De laatste jaren is het technisch- en natuurwetenschappelijk onderwijs erg gespitst op aansluitingsactiviteiten tussen voortgezet onderwijs en wetenschappelijk onderwijs. Voor een deel is dat ingegeven door de zorg van het hoger onderwijs om voldoende instroom voor de opleidingen, maar tegelijk hecht de Nederlandse overheid veel waarde aan voldoende bèta-afgestudeerden voor onze zogenaamde 'kenniseconomie'. Het is dus zaak talentvolle leerlingen in het voortgezet onderwijs aan te spreken op mogelijkheden van een exacte vervolgopleiding.

De Rijksuniversiteit Groningen wekt belangstelling voor de bèta-opleidingen onder andere door leerlingen te laten kennismaken met wetenschapstoernooien, zoals Olympiades en *International Young Physicists' Tournament* (IYPT). De Olympiades zijn meer bekend, de IYPT misschien minder. Het is een wedstrijd, die uniek in zijn soort is: de problemen zijn open praktische opdrachten en erg uitdagend. Het zoeken naar mogelijke oplossingen vraagt van de leerlingen een wetenschappelijk onderzoekende houding. Er wordt een beroep gedaan op de inhoudelijke kennis van de leerling, maar hun vermogen om in teamverband te werken en over problemen te discussiëren is minstens zo belangrijk. Daarin onderscheidt de wedstrijd zich ook van de Olympiades, die een meer individueel karakter hebben. Tegelijkertijd zijn de problemen door hun vorm, inhoud en omvang bovendien uitermate geschikt als onderwerpen voor een profielwerkstuk in het profiel "Natuur en Techniek". Daarmee biedt de tweede fase de ruimte om hieraan mee te doen. Een extra motivatie is de kans die leerlingen krijgen om kennis te maken met de internationale wetenschappelijke gemeenschap. En hoewel uiteindelijk maar één team daadwerkelijk aan de IYPT deelneemt, maakt de voorronde dat tot wel enkele honder-

den scholieren met de opzet in aanraking komen. Leerlingen die in de afgelopen jaren hebben meegedaan zijn zonder uitzondering enorm enthousiast en waarderen vooral de praktische en ontwerpende kant van het toernooi. Ook het bespreken van de problemen in de teams valt in goede aarde. Er zijn leerlingen die juist door hun ervaringen met de IYPT uiteindelijk kozen voor een studie natuurkunde.

## Geschiedenis

Het toernooi is van oorsprong een Russisch evenement. In de loop der jaren deden er steeds meer teams mee uit de omringende landen. In 1990 was Nederland het eerste West-Europese land dat deelnam aan de competitie. In 1995 organiseerde pionier Hans Jordens van de Groningse Universiteit het toernooi voor het eerst buiten Rusland. Sindsdien treedt telkens een ander Europees land als gastheer op. In de loop van de jaren negentig kreeg het toernooi een steeds internationaler karakter door de deelname van de Verenigde Staten, Australië en een aantal Aziatische landen. Dit jaar deden voor het eerst ook teams mee uit Afrika en Zuid-Amerika, zodat uit alle continenten landen aanwezig waren.
Er was nog een primeur: Australië trad op als organiserend land, waardoor voor het eerst het toernooi buiten Europa plaatsvond. Bovendien deed er een record aantal van zesentwintig teams mee, waaronder Australië, Mexico, Oekraïne, Zwitserland, Kenia, Brazilië, de Verenigde Staten, Zuid-Korea en Indonesië. Kortom, de IYPT is heden ten dage uitgegroeid tot een mondiaal evenement.

## Voorbereiding

Sinds het toernooi een internationaal karakter heeft gekregen, kan elk deelnemend land één team afvaardigen. Het organiserende land mag twee teams inschrijven, evenals Rusland als bedenker van het toernooi. In de Oost-Europese landen worden al jaren landelijke voorrondes gehouden om het beste team te selecteren of samen te stellen. In Nederland hebben we om praktische redenen het afgelopen jaar voor een andere aanpak gekozen. Vlak na de publicatie op internet werden de problemen verdeeld onder de leerlingen van de scholen in het vaste netwerk van de faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen van de RUG.
De leerlingen werkten in duo's aan de opdrachten en gebruikten het probleem als onderwerp voor hun profielwerkstuk, en werden daarbij ondersteund door RUG-studenten. Begin april streden uiteindelijk 36 leerlingen in een finaleronde op de universiteit voor de vijf beschikbare plaatsen in het team.
Alle 18 deelnemende duo's presenteerden hun oplossing van het gekozen probleem in de vorm van een verslag en een PowerPoint presentatie. Vanaf dat moment hebben de vijf geselecteerde leerlingen zich intensief bezig gehouden met het perfectioneren van de oplossingen en het voorbereiden van de presentaties in het Engels. Eind juni hebben deze leerlingen Nederland vertegenwoordigd in Brisbane, Australië.

## Ervaringen

De hierboven beschreven aanpak is afgelopen jaar voor het eerst gevolgd. In de jaren ervoor werden leerlingen steeds van één en dezelfde school geselecteerd Het probleem daarbij was dat te weinig problemen in detail opgelost konden worden. De ervaringen van afgelopen jaar zijn

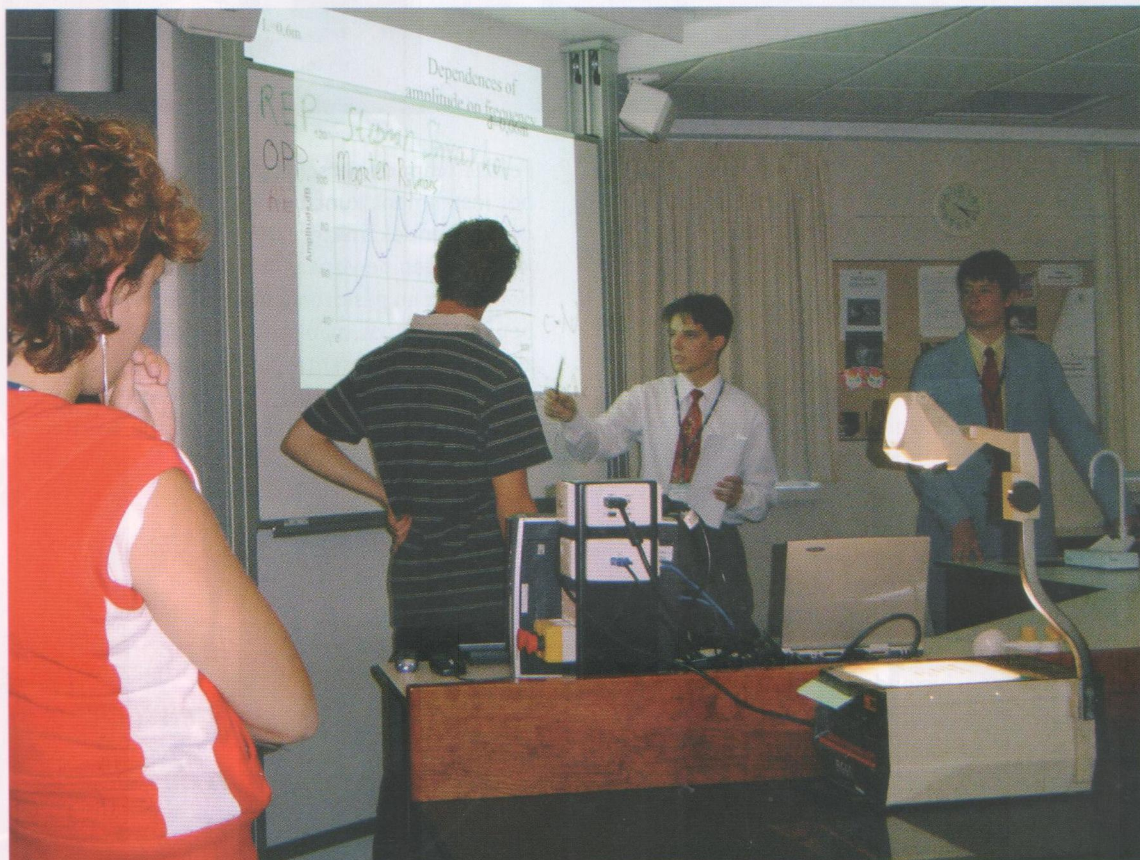


***Tijdens het toernooi was er ook gelegenheid voor cultuur en ontspanning. Hier brengt het Nederlandse team een bezoek aan de plaatselijke zoo. Hurkend van links naar rechts: Eva van Viegen, Maarten Rijkmans en Edo van Uitert (begeleider), staand: Sytse Bisschop, Ton van den Bremer, Wilke van der Schee en Peter Koopmans (begeleider)***

hoopgevend voor de toekomst. Er werd duidelijk beter gescoord dan de jaren daarvoor. Met name in het opponeren en het reviewen blonk het team uit. De presentaties zijn voor verbetering vatbaar. De beschikbare tijd is een beperkende factor. Na de finale in april bleek dat door de examens in mei de voorbereiding in het geding kwam. Bij de presentaties in april werd al duidelijk dat bij veel oplossingen de diepgang niet voldoende was. Veel tijd is gaan zitten in het verbeteren van de oplossingen, zodat het oefenen in presenteren er een beetje bij in is geschoten. Ook constateerden we dat leerlingen uit landen, die een landelijke voorronde kennen met dezelfde opzet als het hoofdtoernooi, beter voorbereid zijn.

Toch kan het team terugkijken op een leerzaam, maar ook bijzonder gezellig toernooi. Want naast het toernooi zelf zorgt het organiserende land ook voor een programma waarin niet alleen cultuur een centrale rol speelt maar waarin ook tijd is voor contact met andere teams.

**Het Nederlandse team opponeert het team van Wit-Rusland**



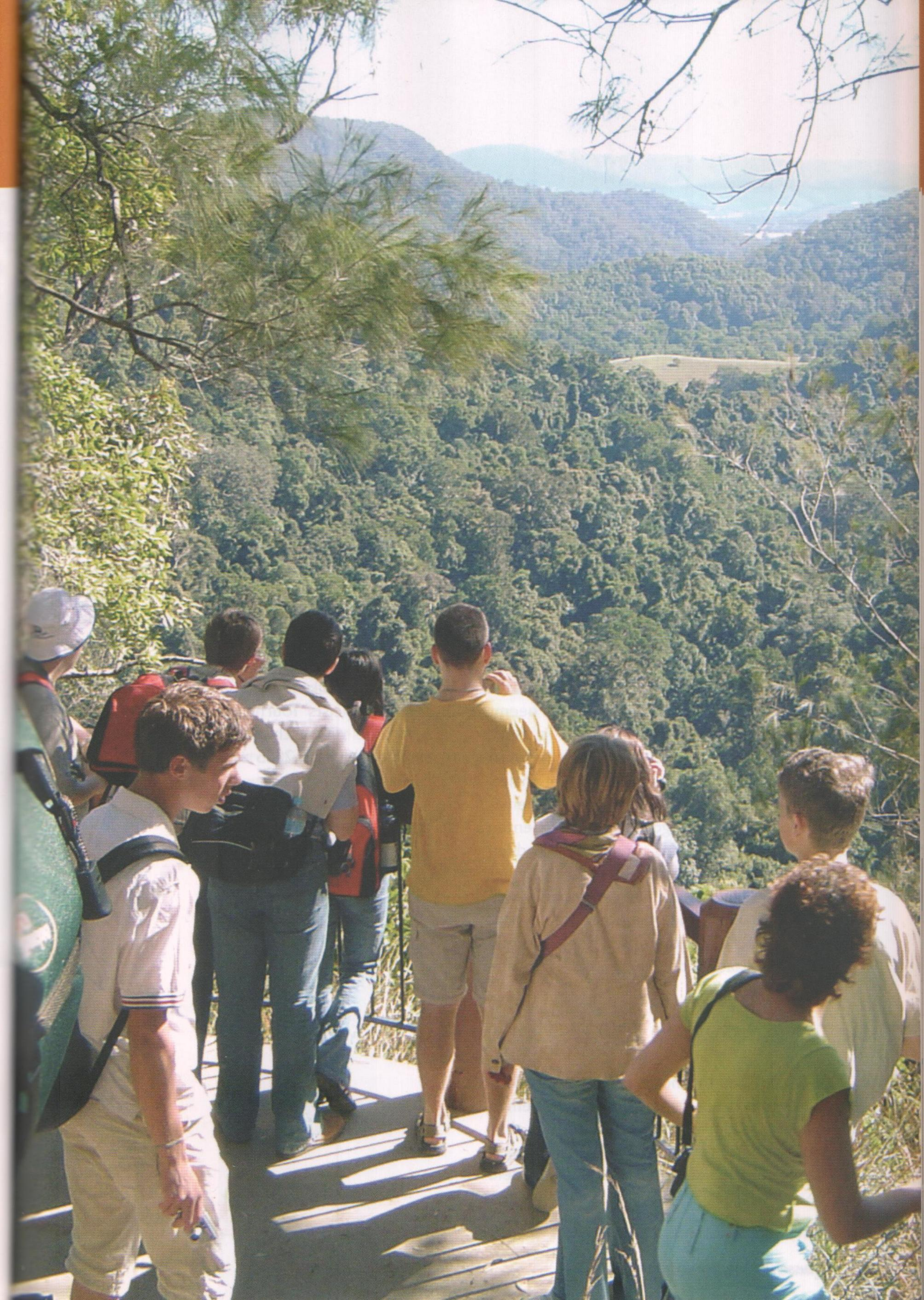



*Het Nederlandse team opponeert het team van de Oekraïne*

## De finale

Drie teams, die van Duitsland, Polen en Slowakije, staken met kop en schouders boven de rest uit en kwalificeerden zich voor de finale. Deze was van zeer hoog niveau. De teams in de finale kiezen zelf het probleem dat ze willen presenteren.
Het team van Polen koos voor het probleem van de *"didgeridoo"*. De didgeridoo is een windinstrument, gemaakt door Australische aboriginals. Het is een bijzonder instrument, vanwege de verschillende timbres die het produceert. De vraag luidde dan ook: *Analyseer het geluid van de didgeridoo en onderzoek hoe de verschillende timbres geproduceerd worden.* Tijdens de zeer vermakelijke presentatie demonstreerde een leerling van het Poolse team de verschillende manieren waarop je het instrument kunt bespelen. Tegelijkertijd werd de frequentiekarakteristiek gemeten en bleek dat je niet alleen de verwachte boventonen hoort die horen bij één gesloten uiteinde. Het timbre wordt bepaald door de manier van blazen. Het team liet zien veel experimenten te hebben uitgevoerd en konden deze door de theorie staven. Mede dankzij een vlotte en heldere presentatie werden ze terecht uitgeroepen tot winnaar.

***Tijdens het culturele programma wordt een bezoek gebracht aan een regenwoud in de nabijheid van Brisbane***



Duitsland maakte het zichzelf moeilijk door te kiezen voor het probleem *"misty": ontwerp een apparaat waarmee je met behulp van geluid de grootte van mistdruppels kunt bepalen.* Theoretisch zat het Duitse verhaal goed in elkaar, alleen experimenteel schortte er wel wat aan. Doordat mistdruppels erg klein zijn, diende het team over een hoogfrequente geluidsbron te beschikken. En toen dat probleem was opgelost, ontstond een worsteling met het verschijnsel dat mistdruppels in de loop van de tijd van grootte veranderen. Dat maakte dat de metingen een nogal grote onnauwkeurigheid vertoonden.
Slowakije koos voor het probleem *stubborn ice: Stop een bolvormig stuk ijs in een bak gevuld met olijfolie. Observeer de beweging en geef een kwantitatieve beschrijving van de dynamica van het systeem.* IJs heeft een iets kleinere dichtheid dan olijfolie en zal dus drijven. Maar door het smelten vormt zich een waterdruppel onderaan het ijs en neemt de dichtheid van het geheel toe. Het ijs zinkt, totdat de druppel loslaat. Dan stijgt het ijs weer. Deze beweging herhaalt zich een aantal malen. Het Slowaakse team presenteerde een mathematisch model dat redelijk goed de experimenten voorspelde. Waar ze niet zo goed over na hadden gedacht waren de aanwezige luchtbellen in het ijs. Volgens hun hadden die weinig invloed op de beweging, maar echt onderzocht hadden ze dat niet. Een niet echt sterke verdediging bezorgde hen de laatste plaats in de finale.

## De Toekomst en de DYPT

In 2005 wordt het toernooi gehouden in Winterthur, Zwitserland. De zeventien problemen die geselecteerd zijn voor dit toernooi zijn al te vinden op de officiële website. Voor de komende jaren hebben zich ook al landen kandidaat gesteld voor de organisatie: Slowakije in 2006 en Zuid-Korea in 2007.

Gezien de ervaringen van het afgelopen jaar is besloten om komend jaar meer scholen bij de voorbereiding te betrekken, en waarbij eenmaal genomineerde duo's niet alleen hun oplossing presenteren, maar ook geopponeerd worden. Daartoe zijn de natuurkundesecties van alle middelbare scholen in september aangeschreven met het verzoek leerlingen te stimuleren mee te doen aan de voorronde. Twee leerlingen kiezen een probleem uit de lijst en sturen een verslag van de oplossing en een powerpointpresentatie in het Engels naar de Universiteit van Groningen. Om het voorbereidingstraject van het geselecteerde team optimaal te laten zijn is de deadline gesteld op 1 februari. Uit de binnengekomen verslagen zal een commissie bestaande uit hoogleraren, didactici en docenten een nader te bepalen aantal selecteren. Eind februari 2005 nemen de genomineerden deel aan de landelijke finale in Groningen, de Dutch Young Physicists' Tournement (DYPT), en strijden zij om de vijf beschikbare plaatsen in het team dat Nederland in 2005 zal vertegenwoordigen in Zwitserland.

Peter Koopmans

## Enkele problemen voor het toernooi van 2005

(rest is te vinden op de website)

### 3 Avalanche

Under what conditions may an avalanche occur? Investigate the phenomenon experimentally.

### 6 Noise

When a droplet of water or other liquid falls on a hot surface, it produces a sound. On what parameters does the sound depend?

### 8 Windcar

Construct a car which is propelled solely by wind energy. The car should be able to drive straight into the wind. Determine the efficiency of your car.

### 13 Hard starch

A mixture of starch (e.g. cornflour or cornstarch) and a little water has some interesting properties. Investigate how its viscosity changes when stirred and account for this effect. Do any other common substances demonstrate this effect?

### 14 Einstein - de Haas Experiment

When you apply a vertical magnetic field to a metallic cylinder suspended by a string it begins to rotate. Study this phenomenon.

# De Jan Kommandeurprijs



*Leerlingen vragen om uitleg bij het profielwerkstuk 'Verkeerslichten'*

Nu alweer voor de vijfde keer organiseert het Bètasteunpunt van de Groningse universiteit de Jan Kommandeurprijs: een prijs, die uitgereikt wordt aan leerlingen die een opvallend goed en origineel profielwerkstuk hebben ingeleverd. Op de site www.betasteunpunt.rug.nl is meer informatie gegeven over de opzet van de wedstrijd.

Dit jaar ontving het Bètasteunpunt 31 VWO- en 7 HAVO-werkstukken. De jury heeft met plezier die werkstukken bekeken: de onderwerpen waren erg divers en ambitieus: 8 VWO en 6 HAVO werkstukken zijn uiteindelijk genomineerd. Het is erg lastig die werkstukken met elkaar te vergelijken, maar uiteindelijk heeft Jan Kommandeur, oud hoogleraar in de fysische chemie bij de RUG, op 8 april toch de Jan Kommandeurprijs uitgereikt.

Om een idee te geven zijn op de volgende drie pagina's samenvattingen van de winnende profielwerkstukken gepubliceerd. De samenvattingen zijn geschreven door de leerlingen zelf.

# Datacompressie: het ACCM algoritme (1e prijs)

De capaciteit van opslagmedia wordt steeds groter. Denk aan de diskette die verdrongen wordt door herschrijfbare CD's, USB sticks en centrale gegevensopslag in netwerken. Of de CD en CD-ROM die serieus beconcurreerd worden door de DVD. Er ontstaan steeds snellere methoden voor gegevenstransport. Netwerken en internetverbindingen worden steeds sneller. Zo is er massaal van Internet via een telefoonverbinding overgestapt op Internet via de kabel en ADSL. Deze technologische verbeteringen vallen netto gezien weg omdat ook de bestanden steeds groter worden. Datacompressie zal dus altijd relevant blijven, omdat gecomprimeerde bestanden minder geheugenruimte innemen en sneller getransporteerd kunnen worden.

Daarom hebben we een nieuwe methode voor datacompressie bedacht: Het ACCM algoritme. Dit is het resultaat van de aanpassing en uitbreiding van een bestaande methode, en is geïmplementeerd in een programma, genaamd CCM. Als niet elk teken even vaak voorkomt, kan er gecomprimeerd worden. Het ACCM algoritme maakt gebruik van statistische modellen om de waarschijnlijkheid van tekens te voorspellen. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de voorafgaande symbolen. Zo is de waarschijnlijkheid van de 'u' in het Nederlands vrij laag, maar na een 'q' stijgt die waarschijnlijkheid naar ongeveer 95%.

Onderzocht is of het combineren van meerdere modellen betere compressie oplevert, wat een goed verloop van de invloed van het ene model is ten opzichte van de anderen, en hoe de aanpassingssnelheid van een model te vergroten is.

Vooraf zijn aan het programma de eisen gesteld, dat de compressieratio's niet meer dan 10% lager mogen zijn dan die van WinZIP bij dezelfde bestanden, en dat het (de)comprimeren niet veel langer mag duren dan bij WinZIP.

Het programma is getest met de Calgary/Canterbury text compression corpus, een verzameling bestanden speciaal voor dit doel, en de resultaten zijn vergeleken met die van WinZIP. Gemiddeld waren de compressieratio's van ons programma 11,2% lager dan die van WinZIP, wat 1,2% meer is dan de gestelde eis van 10%.

De belangrijkste reden hiervoor is dat de implementering van een aantal technieken, welke in theorie waarschijnlijk zeer goede resultaten op zouden leveren, nog niet is gelukt door problemen in de praktijk. Over het geheel genomen is het onderzoek toch zeer geslaagd, omdat er een grondslag is gelegd voor een nieuwe en veelbelovende techniek. Bovendien zou deze techniek met andere technieken gecombineerd kunnen worden, wat waarschijnlijk nog betere resultaten op zou leveren.

De resultaten van het onderzoek zijn beschikbaar op de website http://www.gaius-webdesign.nl/pws. Voorkennis is vrijwel niet vereist, en de gebruikte wiskundige notaties worden in een bijlage verklaard, zodat dit werkstuk ook goed leesbaar is voor de 'geïnteresseerde leek' op het gebied van datacompressie.

Rein Spijkerman en Gijs van Swaaij

# De modelhovercraft (2e prijs)



***De jongens uit Leiden winnen de tweede prijs en mogen zich internationaal gaan bewijzen***

In mei 2003 kregen wij op school te horen dat wij een profielwerkstuk moesten maken, en dat vervolgens ook presenteren. Het betreffende vak was door ons snel gekozen: Natuurkunde, maar een geschikt onderwerp was er nog niet. Vele onderwerpen, zoals een zeppelin, vliegtuig en duikboot, passeerden de revue. Uiteindelijk kozen we, na het kijken van een aflevering van *Scrapheap Challenge,* voor een hovercraft.

Het leukste zou uiteraard een grote hovercraft zijn, maar de school was niet bereid mee te betalen aan welk profielwerkstuk dan ook, dus dat

kon helaas niet door gaan. Wij kozen dus voor een iets kleinere en goedkopere optie: een op afstand bestuurbare modelhovercraft.

Eén van onze eisen was dat het model zo goedkoop mogelijk was en van simpele materialen gebouwd, omdat veel mensen dachten dat dit onmogelijk zou zijn. Daarom gingen we direct aan het experimenteren met computerventilatoren, karton, vuilniszakken en plakband, om te kijken of ons plan haalbaar zou zijn. De eerste experimenten waren niet erg succesvol, we kregen slechts 500 gram van de grond en dit was veel te weinig. Er moest dus een andere liftmotor ontworpen worden. We monteerden een ventilatorblad op een sterk motortje in een buis, dit had wat weg van een vliegtuigturbine en gaf ruim voldoende lift.

In de maanden daarna volgden vele prototypen, want allerlei problemen moesten worden opgelost: besturing, energievoorziening, voorstuwing enz. Alle afzonderlijke onderdelen werden uitgewerkt, om uiteindelijk in januari 2004 met een goed werkende model te komen.

Dit model is getest in een gymzaal, in de gangen van de school en zelfs in het plaatselijke zwembad. Op 11 februari vond de drie kwartier durende presentatie plaats in de gymzaal van onze school, onder belangstelling van ruim 200 man publiek. Wij gaven uitleg over ons model, de oplossingen van de problemen, toonden foto's en videobeelden en gaven een live-demonstratie onder begeleiding van professioneel licht en geluid. Alle toeschouwers, waaronder veel docenten, waren diep onder de indruk; dit spoorde ons aan om ons op te geven voor de wedstrijd.

Bij onze stand hebben wij een presentatie gegeven die weliswaar ingekort is, maar toch een goede uitleg gaf en de hoogtepunten laat zien van ons bouwproces. Van de testfasen op school en in het zwembad zijn uiteraard videobeelden gemaakt.

Voor meer informatie, foto's en videomateriaal kunt u kijken op http://www.dehovercraft.tk

Bart Nederstigt, Paul van der Zwet,
Koos Termeulen en Sander Rietbroek

***Een vakkundige jury bepaalt de uitslag, maar voor de publieksprijs komt het aan op je eigen communicatieve vaardigheden***



# Korte termijngeheugen (3e prijs)

Het korte termijngeheugen. Pas sinds de jaren zestig van de vorige eeuw is het bestaan ervan aangetoond, en daarna is er bijna nooit meer een belangrijke studie naar verricht. Maar klopt het wel wat de onderzoeken uit die tijd ons vertellen? Dat was dan ook de vraag van ons onderzoek: hoe groot is de capaciteit van het menselijk korte termijngeheugen gemeten in het aantal chunks, en welke factoren hebben invloed op de capaciteit van het menselijk korte termijngeheugen?

Deze laatste zin kan wel enige uitleg gebruiken. Ten eerste, wat zijn chunks? Dat zijn korte, te onthouden eenheden informatie, die voor korte tijd in ons geheugen bewaard kunnen worden: als we bijvoorbeeld een telefoonnummer voor korte tijd moeten onthouden, slaan we ieder los getal in dat nummer op als één chunk in ons geheugen (dit is niet helemaal waar, maar om op deze uitzonderingen in te gaan, zou te uitvoerige informatie zijn om hier te beschrijven).

Maar wat is nu eigenlijk het korte termijngeheugen? Het is een onderdeel van ons geheugen dat informatie korte tijd kan opslaan, en dat een beperkt vermogen heeft: als iemand ons vraagt een telefoonnummer even te onthouden, zodat diegene het kan opschrijven, zullen we, als we niks meer met dit nummer doen, het al snel vergeten zijn. Bovendien moet dit geen nummer van twintig cijfers zijn, want dan kunnen we het ook niet binnen een paar tellen onthouden.




*De capaciteit van het menselijk korte termijngeheugen, volgens ons onderzoek*

Hoe hebben wij dan de capaciteit van het menselijk korte termijngeheugen onderzocht? Op het internet was een aantal tests beschikbaar, maar om verschillende redenen vonden wij die niet geschikt. Dus hebben we zelf maar een test ontworpen, waarbij de proefpersonen een reeks van willekeurige letters te zien kregen, die ze enkele tellen moesten onthouden, om ze daarna op te kunnen schrijven. Dit begon met drie letters, en telkens moesten ze een nieuwe, andere rij onthouden, die telkens één letter langer was. Dit ging door tot een reeks van vijftien letters.

Op deze manier konden we later vrij gemakkelijk de capaciteit van iemands korte termijngeheugen bepalen: als iemand maximaal tien letters kon onthouden, duidde dit op een capaciteit van het korte termijngeheugen van tien chunks. Op deze manier hebben we van zo'n 150 mensen de capaciteit van het korte termijngeheugen kunnen bepalen.

De resultaten die we vonden waren gelijk aan wat men hier in de jaren zestig al over zei: de capaciteit van ons korte termijngeheugen bedraagt gemiddeld zo'n zeven chunks met uitschieters tussen de vijf en negen chunks. Of zoals geheugenonderzoeker George Miller het in 1956 al zei: "The magical number seven, plus or minus two."

Andy Luijben en Eric Woelk

*Artikel uit NVOX*

# Chemie in context, het Groningse docenten-netwerk

**De Rijksuniversiteit Groningen werkt al een aantal jaren samen met docenten van scholen voor voortgezet onderwijs in Groningen, Friesland en Drenthe in het project 'Studiestijgers'. Met Chemie in Context laat het netwerk de contouren van een nieuwe didactiek zien.**

In het rapport 'Chemie tussen context en concept' van de commissie van Koten (Driessen, Meinema, 2003) worden suggesties gedaan voor de modernisering van het scheikunde curriculum in Nederland. De commissie baseert zich daarbij onder andere op 'Chemie in Kontext', een lesmethodiek voor scheikunde die ontwikkeld is in aan het IPN in Kiel. (Parchman, Ralle 1998) Het is een methode die deels gebaseerd is op de Salters methode uit Engeland (Hill, 1990). Op basis van het rapport van de commissie van Koten is binnen studiestijgers een groep, bestaande uit

vertegenwoordigers van het Liudger College uit Drachten, Het Belcampo College, Het Gomarus College, Het Maartens College, Het Willem Lodewijk Gymnasium, allen uit Groningen, het Bogerman College uit Sneek en het Comenius College uit Hilversum gestart met een project rondom Chemie in Kontext, Chik. De begeleiding wordt vanuit de RUG verzorgd.

Chik draait in Duitsland al een aantal jaren. Het project is begonnen in Kiel, maar verspreid zich steeds verder over Duitsland. Via de Internationale Chemie Olympiade kregen we van Wolfgang Bünder de beschikking over het door Chik ontwikkelde lesmateriaal. Samen met de groep docenten is het materiaal besproken en vergeleken. Uiteindelijk hebben we gekozen voor een project rondom verbrandingen, zoals dat door Parchmann (Parchmann, 2003), Verbrennungen und unerwünschten Folgen is ontwikkeld.

Verbranding is een onderwerp dat meestal in het laatste deel van de derde klas aan de orde komt. We hadden daardoor de tijd om eerst het materiaal te ontwikkelen, en het dan verderop in het jaar uit te proberen.

CHIK werkt met een bepaalde systematiek. Een lessenserie wordt in het algemeen opgebouwd in een viertal fasen.

| | |
|---|---|
| Fase 1 | Introductiefase |
| Fase 2 | Planningsfase |
| Fase 3 | Verwerkingsfase |
| Fase 4 | Verdiepingsfase |

Tijdens de eerste fase wordt de context waarbinnen het project zich gaat afspelen geïntroduceerd. Dat kan op een aantal manieren. Wij hebben ervoor gekozen een aantal demonstratieproeven (zie tabel) te doen en een filmpje van 'Chembits' te laten zien over verbrandingen. Daar komen alle aspecten wel aan de orde. Ook hebben we bij RTL4 (RTL 2003) een paar filmpjes gevonden. Hierin zie je een reportage over bosbranden in Canberra en in Zuid Frankrijk. In de VS vonden we een filmpje (tv worldwide, 2003) en fraaie foto's over de stofexplosie op wanadoo (wanadoo, 2003). Verder is er een website die uitgebreid informatie geeft over de relatie tussen voeding en sport (physique, 2004)

| |
|---|
| Termiet, reactie tussen aluminium en ijzeroxide |
| Horlogeveer in zuiver zuurstof |
| Stofexplosie |
| $H_2$ orgel (aardgasblik) |
| Knalgas |
| Gloeilamp van Parchman (lamp met een klein gaatje) |
| Puntenslijper verbranden (magnesium puntenslijper) |
| Suikerklontje (in de sigarenas rollen en aansteken) |

Tenslotte hebben we een prachtig verhaal over de kringloop van een koolstofatoom gevonden, van Primo Levi uit 'the periodic table' (Levi 1997)

Twee docenten zijn inmiddels begonnen met de lessenserie. Leerlingen blijken enthousiast te reageren op de introductie. Helemaal als in de tweede fase blijkt, dat ze zelf mogen weten wat ze gaan onderzoeken. Aan het begin van de tweede fase laten we de leerlingen een 'conceptmap' maken. Ze worden gevraagd om in 2 minuten tijd aspecten op te schrijven die te maken heben met verbranding. Vervolgens moeten ze in tweetallen samen beslissen welke ze laten staan. Bovendien moeten ze de aspecten sorteren. Daarna vergelijken ze met een ander tweetal de aspecten. Er zijn nu rond de 7 groepen overgebleven. Van deze groepen worden klassikaal de resultaten besproken en wordt aangegeven welke onderzoeksvra-

gen onderzocht gaan worden. In Duitsland is hier wat meer ervaring mee opgedaan. Het blijkt dat leerlingen vaak met heel algemene vragen komen, die eerst teruggebracht moeten worden tot chemische vragen. Uiteindelijk is het wel de bedoeling dat in de les chemie aan de orde komt. Leerlingen moeten nu komen met onderzoeksvragen. De docenten hebben hier voor verschillende wegen gekozen. De een heeft de leerlingen geduwd in de richting van projecten, die we in studiestijgers hadden voorbereid ( een stuk of 6, zie tabel). De andere docent legde veel meer de nadruk op het op een juiste manier van formuleren van de onderzoeksvraag. Leerlingen moesten eerst een goede vraag en vervolgens een daaraan gekoppeld experiment bedenken. Daarna konden ze dat uitvoeren, of ze kregen een experiment dat door studiestijgers was voorbereid. Het zelf bedenken van een onderzoeksvraag en een daaraan gekoppeld experiment leek nog wat te hoog gegrepen voor deze leerlingen.

| |
|---|
| Kaars Parchman |
| Blussen van branden Mg+$CO_2$ |
| Zuurstofverbruik Lavoisier / Cu / P |
| $CO_2$-Parchman |
| Samenstelling aanstekergas |
| Aantonen verbrandingsproducten |
| Vergelijken brandstoffen |
| Biochemisch gist koolstofkringloop |
| Kinetiek (kleding) |
| Motoren + brandstof |
| ($H_2$) broeikaseffect |

*Projecten CHIK in Groningen*

De bedoeling is dat de leerlingen in fase 3 zelf aan het werk gaan met de projecten. Tot nog toe doen ze dat met veel enthousiasme. Aan het eind van het project geven de leerlingen door middel van een poster of een powerpointpresentatie aan elkaar de resultaten door. Het werk van de leerlingen wordt deel van de leerstof voor de leerlingen.

In fase 4 komt de docent aan het woord. Aan de hand van de resultaten van de leerlingen moet je proberen een beetje lijn te brengen in de resultaten van de leerlingen. Bovendien is er een veelheid van chemische begrippen aan de orde gekomen. De begrippen moeten uit de context gehaald worden en teruggebracht worden naar meer abstracte kennis. Een meer algemeen begrip van de basisconcepten die achter het chemisch begrippen kader ligt moet worden besproken. Van de leerlingen wordt verwacht, dat ze die begrippen vervolgens in een andere context weer kunnen toepassen. Uiteindelijk is het zo dat dezelfde soort begrippen bij de leerlingen aan de orde komen, als in de normale leerstof. Dat is niet toevallig. Bij de voorbereiding van het project hebben we overlegd over de begrippen die we aan de orde wilden hebben. Bij de discussie zijn we begonnen met het invullen van het chemisch begrippenkader. Vervolgens zijn we daar contexten bij gaan zoeken, die we konden gebruiken. Die contexten hebben we daarna gebruikt om de projecten voor de leerlingen te ontwerpen. Daarmee is de cirkel weer rond.

Jan Apotheker

# Praktische opdrachten,

*Artikel uit Euclides, januari 2003*

**Sinds de invoering van de Tweede Fase in het voortgezet onderwijs in 1998 is het leren en het lesgeven behoorlijk veranderd. In het schoolexamen zitten meer dan ooit opdrachten die niet alleen een beroep doen op de kennis van de leerling in een bepaald vakgebied, maar ook op bepaalde vaardigheden (zowel in algemeen als vakspecifiek gebied) en op een actievere onderzoekende houding.**

Vroeger had een leerling voor het vak wiskunde een boek, een schrift en een docent (in willekeurige volgorde). Dat heeft hij tegenwoordig nog steeds, maar daarnaast is een - vaak - uitgebreide mediatheek gekomen en is er vakspecifieke software (voor het vak wiskunde bijvoorbeeld Cabri, ORStat2000, Geocadabra, Vu Grafiek, Vu Stat, Dynasys enzovoorts). Bovendien is er het world wide web, waarop een schat aan informatie te vinden is wanneer je goed zoekt.

Praktische opdrachten maken tegenwoordig deel uit van het schoolexamen. De wiskundemethoden doen suggesties voor onderwerpen die leerlingen daarvoor kunnen bestuderen en bijpassende onderzoeksvragen. Om het gevaar van recyclen van uitgewerkte opdrachten tegen te gaan en om de eigen geest en die van de leerlingen fris te houden, kan het raadzaam zijn het web te gebruiken als bron van materiaal voor PO's. Daarnaast biedt het web behoorlijke mogelijkheden voor het kiezen van een geschikt profielwerkstuk.
Onder het motto: "Een docent heeft nooit genoeg goede opdrachten" wordt in dit artikel ingegaan op de diensten die enkele websites bieden op bovenstaand gebied.

## Het web, wiskunde en PO's

Het vak wiskunde heeft in het onderwijs bij lange na niet zo'n rijke traditie als het gaat om het doen van zelfstandig onderzoek als de natuurwetenschappelijke vakken. Het begrip EXO (examenopdracht waarin zelfstandig een (praktisch) onderzoek gedaan moest worden) bestond al lang voordat er zelfs maar sprake was van de Tweede Fase. Bij het invoeren van praktische opdrachten is er op het web wel materiaal verschenen waarmee leerling en docent in het vak wiskunde hun voordeel kunnen doen.
Uitputtend zijn is in het geval van het web onmogelijk, maar de adressen van een aantal interessante sites hiervoor zijn:

http://www.phys.uu.nl/~wwwnatdc/lokaal/lokaal.html#exo

http://www.profielwerkstuk.net/helpdesk/vragenformulier.html

http://www.few.vu.nl/voorlichting/aanstaande/exoform-nl.html

http://www.ru.nl/exo

http://www.osc.tue.nl/profielwinkel/Default.htm

http://www.wisfaq.nl

http://www.betasteunpunt.rug.nl

De meeste van deze sites bieden daarnaast ook helpdesking: een leerling met een probleem op het gebied van wiskunde of een natuurwetenschappelijk vak kan dat via e-mail of een webformulier voorleggen aan een expert op het betreffende gebied. Deze problemen hoeven dus niet perse te zijn gerezen tijdens een praktische opdracht, maar ook tijdens bijvoorbeeld een profielwerkstuk of een huiswerkopdracht. De bewuste expert is uiteraard zo getraind dat hij of zij niet zomaar antwoorden gaat geven, maar een onderwijsleergesprek met de betreffende leerling probeert op te bouwen. De docent op school zal dus het proces van de leerling goed moeten volgen, zodat er geen vertroebeld beeld ontstaat van de geleverde prestatie.

In dit artikel beperken we ons tot de sites die concreet, in feite kant-en-klaar lesmateriaal bieden. Daarnaast zijn er talloze goede sites met software, ideeën, applets enzovoorts.

Alle bovenstaande sites bieden goed materiaal; wij bespreken die laatste site uitgebreider, omdat wij als bouwers van opzet en detail goed op de hoogte zijn.

ALGEMENE INFORMATIE / WERKPLAN / VEEL GESTELDE VRAGEN / EMAIL

BETA STEUNPUNT VOOR SCHOLIEREN

LEUKE ONDERWERPEN

## Fibonacci en de gulden snede


Fibonacci's standbeeld aan de Via Fibonacci in Pisa (foto: Frank Johnson).

Typering: getaltheorie, reeksen, ICT

Klas: 4h, 5h, 4v

Profielen: NG, NT

Studielast: 10 sbu

Mogelijk te combineren met: Biologie, ANW, Informatica

- Oriëntatie

In 1170 werd in Pisa de wiskundige Fibonacci geboren, die in zijn *Liber abaci* de beroemde vraag stelde: hoeveel konijnenparen zijn er na een jaar, als je begint met 1 paar dat iedere maand een nieuw paar krijgt?
Wanneer je de plant *Lychnis Coronaria*, in goed Nederlands *prikneus* geheten, van bovenaf bekijkt, zie je een zeker systeem. Zie materiaalpagina. Eerst laat de prikneus 1 bloem aan een knop groeien, daarna 2, vervolgens 3, die maken plaats voor 5, daarna verschijnen er 8 en dan 13, gevolgd door 21. En de prikneus is niet de enige die de reeks 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,... gebruikt. Een iris heeft 3 bloemblaadjes, een boterbloem heeft er 5, een delphinium heeft er 8, een afrikaantje 13, een aster 21 en er zijn zonnebloemen met 34 blaadjes. Door welke wiskundige operatie kun je komen tot de genoemde reeks?

Op de homepage van het Bètasteunpunt staat een aantal links; kies "Leuke onderwerpen" en daarna "Wiskunde". Vanaf deze pagina kan een keus gemaakt worden uit op dit moment een veertigtal opdrachten, allemaal volgens een vast format opgebouwd:

<titel>
<leerstof>
<profielen>
<aantal slu>
<mogelijk te combineren met>
<oriëntatie>
<probleemstelling>
<probleemverkenning>
<plan van aanpak en eindprodukt>

Wanneer het onderwerp zich daarvoor leent, zit achter de eerste pagina per opdracht een "materiaal-pagina" waarop extra achtergrondinformatie is verzameld, nog meer relevante websites, een java-applet of java-script waarmee met het onderwerp kan worden geëxperimenteerd. De gevolgde didactiek is die van het halffabrikaat: met de gepresenteerde informatie wordt een leerling op weg geholpen bij de beeldvorming van een probleem en bij de mogelijke oplossingwijzen. De bedoeling is uiteraard dat een leerling zelf tot activiteiten komt. Het gepresenteerde materiaal is ter beantwoording van de twee bekende leerlingkreten:

- 'Ik weet niet wat ik moet doen
- 'Ik weet niet hoe ik moet beginnen

Wanneer een docent niet opziet tegen veel begeleidingswerk is het vanaf deze site dus mogelijk (groepjes van) leerlingen zelf een opdracht te laten uitkiezen, hetgeen motiverend kan werken.

Gezien de vele uitwerkingen die er van veel opdrachten op het web te vinden zijn komt een docent er bijna niet onderuit om het proces van vraagsteling naar rapportage te volgen en af en toe tussenproducten te controleren. Een oplossing waar de auteurs goede ervaringen mee hebben, is een groepje leerlingen een eigen webgebaseerde werkplaats te laten inrichten en daar als docent ook een login voor te vragen. Zo kun je op gezette tijden kijken hoe de vorderingen in het project zijn.

## Het web, wiskunde en profielwerkstuk

In de eerste herziening van de Tweede Fase heeft de toenmalige staatssecretaris Adelmund de eis dat een profielwerkstuk meerdere profielvakken moet beslaan geschrapt. Het is nu aan de school om beleid op dit punt te bepalen.

Er zijn niet zoveel leerlingen die een profielwerkstuk willen maken voor alleen het vak wiskunde. Als tweede vak in het profielwerkstuk is wiskunde voor de profielen Natuur en Gezond en - zeker - Natuur en Techniek vrijwel onontbeerlijk. De volgende sites bieden zeer nuttige opstapjes (halffabrikaten) naar een profielwerkstuk over een origineel en aansprekend onderwerp waarin wiskunde een belangrijke rol speelt.

http://www.phys.uu.nl/~wwwnatdc/lokaal/lokaal.html#exo

http://www.profielwerkstuk.net/helpdesk/vragenformulier.html

http://www.few.vu.nl/voorlichting/aanstaande/exoform-nl.html

http://www.ru.nl/exo

http://www.osc.tue.nl/profielwinkel/Default.htm

http://www.werkstuknetwerk.nl

Op de laatste site zullen we dieper ingaan omdat we er door eigen bijdragen goed in thuis zijn. Het betreft een website waarop momenteel acht universiteiten en een hogeschool halffabrikaten voor profielwerkstukken (zogenaamde werkstukpakketten) gepubliceerd hebben. Deze werkstukpakketten zijn geschreven door studenten.

Ook op deze site wordt het materiaal volgens een vast format geleverd:

| |
|---|
| Beschrijving van en oriëntatie op het thema<br>Mogelijke uitwerkingswijzen<br>Mogelijke informatiebronnen |

Doordat de werkstukpakketten geschreven zijn door studenten is er veelal sprake van een onderwerpkeuze, moeilijkheidsgraad en presentatievorm die veel middelbare scholieren aanspreekt. Het moge duidelijk zijn dat er hier sprake is van een win-win situatie: de middelbare scholen (lees: de docent) wordt werk uit handen genomen en de universiteiten kunnen rechtstreeks contact met scholieren krijgen en zich aldus profileren.

Tot slot dient vermeld te worden dat er diverse prijzen voor profielwerkstukken te verdienen zijn. Voor een overzicht, zie de overkoepelende site van een vijftal universiteiten:
http://www.betasteunpunt.nl

## Conclusie

Op het web zijn verschillende sites die goed materiaal bieden voor praktische opdrachten wiskunde en voor profielwerkstukken waarin wiskunde een belangrijke rol speelt. Deze bieden voor veel docenten en scholieren een gewenste aanvulling op het in de methodes geboden materiaal en voor de vervolgopleidingen een geschikte manier om de aandacht van aspirant-studenten te trekken.

Jos Tolboom en Léon Tolboom

# Hellinggrafieken: het boek in de hoek

## Opzet project en doelen

In een poging structuur en herkenbaarheid te bieden aan leerlingen en docenten, hebben de ontwerpers van de wiskundemethoden voor het voortgezet onderwijs een stramien ontwikkeld waaraan zij vasthouden van brugklas tot en met examenklas. Dit betekent bijvoorbeeld dat een vwo-scholier die Moderne Wiskunde als methode gebruikt (minstens) zes jaar lang werkt uit een boek met ongeveer tien hoofdstukken, elk bestaande uit ongeveer veertig opgaven, waarbij de theoretische inhoud van deze opgaven samengevat wordt in een afsluitende paragraaf.
Hoofddoel van het hier beschreven experiment is dit patroon (waarin een zekere sleur gemakkelijk de kop opsteekt) te doorbreken. Door slechts een klein aantal opgaven aan te bieden, waarbij er in de uitwerking méér wordt verwacht van de leerling dan in het boek, wordt getracht de betrokkenheid van de leerling te vergroten.

## Uitgangssituatie

De klas waarin het experiment in februari/maart 2003 is uitgevoerd (vwo 4-NG/NT) van het Rölingcollege, afdeling Belcampo, in Groningen vertoonde de eerste helft van dat schooljaar kenmerken die duidden op 'sleur': in traditionele klassensituaties zijn de leerlingen betrokken en gemotiveerd, het zelfstandig werken thuis of in het studiehuis laat nogal eens te wensen over. De groep van 19 leerlingen staat bekend als gemiddeld redelijk talentvol in de exacte vakken en gemiddeld redelijk werklustig. Verder is het opvallend hoe groot hun resultaatgerichtheid is. Twee klokuren per week hebben zij wiskunde en gemiddeld zitten de leerlingen twee uren per dag in het studiehuis.
Er wordt schoolbreed gewerkt met de webgebaseerde leeromgeving (WLO) Brainbox (gebaseerd op de software van Blackboard). In dit experiment wordt daarnaast gebruikgemaakt van het programma GEOCADABRA.

Als onderwerp is gekozen voor 'hellinggrafieken' omdat in het gelijknamige hoofdstuk in de gehanteerde methode 'Moderne Wiskunde' verzuimd wordt om expliciet de brug naar differentiëren te slaan, terwijl onze indruk is dat leerlingen in vwo 4 (en zéker de leerlingen uit de exacte profielen) hier wel aan toe zijn. In de WLO hebben de auteurs een 'course' aangemaakt en deze gevuld met onderzoeksopdrachten. Deze zijn open van aard en gerangschikt in vier lessen. De onderzoeksopdrachten dienden gemaakt te worden met behulp van het computerprogramma GEOCADABRA, een programma dat bijna alle wiskunde in het voortgezet onderwijs met tools ondersteunt (http://www.geocadabra.nl, uitgeverij Visiria http://www.visiria/nl). In de onderzoeksopdrachten wordt allereerst getracht de leerlingen de verbanden tussen functie en hellingfunctie en grafiek en hellinggrafiek te laten inzien. Vervolgens wordt getracht de leerlingen zelf met vermoedens te laten komen voor differentieerregels voor verschillende soorten functies.

> Onderzoeksopdracht 7:
> Gegeven is de functie f (x)=sin x. Bekijk de grafiek van de hellingfunctie en kom tot een voorschrift voor de hellingfunctie f '(x).
>
> Onderzoeksopdracht 8:
> Gegeven is de functie f (x)=cos x. Bekijk de grafiek van de hellingfunctie en kom tot een voorschrift voor de hellingfunctie f '(x).
>
> Onderzoeksopdracht 9 (= uitbreiding onderzoeksopdracht 8):
> Gegeven is de functie f (x)= a sin b (x+c)+d. Bekijk de grafieken van de hellingfuncties (gebruik GEOCADABRA of

External links -> Grafieken en functies -> Grafiek van een sinusfunctie) en kom tot een algemeen voorschrift voor de hellingfunctie f '(x).

Onderzoeksopdracht 10 (= uitbreiding onderzoeksopdracht 9):
Gegeven is de functie f (x)= a cos b (x+c)+d. Bekijk de grafieken van de hellingfuncties en kom tot een algemeen voorschrift voor de hellingfunctie f ' (x).

De lessen werden gegeven in een computerlokaal waarin de leerlingen in tweetallen achter één machine werkten. NetOpSchool werd af en toe gebruikt om via de beeldschermen van de leerlingen concepten uit te leggen. Kort vóór elke klassikale les werden de uitwerkingen van de onderzoeksopdrachten van de voorgaande les geplaatst en beschikbaar gesteld, waarop de leerlingen deze uitwerkingen konden vergelijken met hun eigen (digitale) uitwerkingen.
Een niet verwacht voordeel van deze methode was dat opmerkingen uit het klassengesprek van leerlingen in de uitwerkingen konden worden opgenomen. Dat gaf een actueel en interactief tintje aan wat er op de course verscheen (toch een soort publiceren) en dat leerlingen daarin een rol konden spelen werd door hen gewaardeerd.

## Toetsing

Een week voor de eindtoets konden de leerlingen een in Brainbox aangemaakte en geplaatste diagnostische toets maken. Leerling en docent krijgen dan meteen scores en commentaren per onderdeel te zien. De eindtoets was eveneens digitaal, de uitwerkingen van de leerlingen mochten schriftelijk of digitaal ingeleverd worden (via de optie 'digital dropbox' van Brainbox). De vragen uit de eindtoets waren onderzoeksopdrachten (open van vraagstelling). Dit in tegenstelling tot de vragen uit de diagnostische toets.
Het digitaal ingeleverde werk werd van commentaar voorzien met behulp van een optie in Word, het invoegen van een opmerking. Het cijfer dat behaald werd op de eindtoets kon gebruikt worden om het resultaat van de latere toets over drie hoofdstukken te verbeteren.

## Brainbox (Blackboard) en GEOCADABRA

Een groot voordeel dat digitaal materiaal de makers ervan biedt, is dat ontdekte foutjes onmiddellijk kunnen worden aangepast. Iedereen die wel eens lesmateriaal ontwikkeld heeft zal de behoefte hieraan onderkennen. Verder biedt het leerlingen de mogelijkheid om teksten, tabellen of plaatjes vanuit de opgaven snel te kopiëren naar hun onderzoeksverslag. Het werken op de computer biedt de meeste leerlingen een prettige afwisseling op het werken met een boek en schrift. Het computerprogramma GEOCADABRA biedt dusdanig veel mogelijkheden op het gebied van functieonderzoek dat dit een duidelijke meerwaarde heeft boven het gebruik van de grafische rekenmachine.
Door alle onderzoeksopdrachten en achtergrondmateriaal in een webgebaseerde leeromgeving te plaatsen, voorkom je dat leerlingen met het boek op schoot achter de computer zitten. Verder biedt Blackboard de mogelijkheid om toetsen af te nemen, om na te gaan wanneer elke cursist in elk deel van de course is 'binnengeweest' en de mogelijkheid om snel en effectief met elkaar te communiceren door middel van e-mail, het plaatsen van berichten en file-sharing.

## Evaluatie door leerlingen

De meest opvallende punten die uit deze evaluatie naar voren komen:

- Het algemene beeld dat uit de evaluatie naar voren komt is positief: op alle onderdelen wordt er gemiddeld positiever dan neutraal geoordeeld.
- Ondanks de minder dominante rol van de docenten door de aanpak 'onderzoeksgericht' en 'digitaal' wordt de inbreng van de docenten het hoogst gewaardeerd (4,14). Het is mogelijk dat dit veroorzaakt wordt doordat 'docenttijd' schaars geworden is. Het is eveneens mogelijk dat de docenten hun vak verstaan en gemotiveerd waren in dit experiment.
- De (onderzoeks)opdrachten werden als kwalitatief behoorlijk gewaardeerd (3,77).
- Het programma GEOCADABRA werd (eveneens) hoog gewaardeerd (4,04). Leerlingen wenden heel snel aan de in eerste instantie niet eenvoudige interface en hebben de extra mogelijkheden op het gebied van differentiaalrekening erg gewaardeerd. Het is ook mogelijk dat de razendsnelle hulp van de auteur van het systeem aan dit succes heeft bijgedragen. Licht teleurstellend is de waardering van de diagnostische toets (6,09 op 10-puntsschaal), omdat dit tot de meest veelbelovende mogelijkheden van een WLO hoort. Debet hieraan zal de lengte zijn geweest en de onmogelijkheid hem in meerdere sessies te maken. Dit punt verdient de nodige aandacht. Inmiddels is hij in zes stukken 'geknipt'. Leerlingen moeten bij de huidige stand van de technologie (Blackboard 5.5 in februari 2003) er van tevoren expliciet op gewezen worden dat een toets in een keer moet worden gemaakt. Regelmatige feedback is een van de meest belangrijke functies van onderwijs

## Evaluatie door docenten

Zonder twijfel is het doel van (tijdelijke) verhoging van het gevoel van betrokkenheid bij de leerlingen verhoogd. De sleur van het boek is tijdelijk doorbroken geweest, zonder dat dit tot achterstanden in de planning heeft geleid. Het tegendeel is zelfs waar: leerlingen hebben kennisgemaakt met de afgeleiden van een aantal standaardfuncties, iets wat anders pas in klas 5 gebeurt. Tijdens de lessen viel op dat bijna alle leerlingen actief bezig waren, iets wat tijdens 'normale' lessen vaak zo moeilijk te bewerkstelligen is. Geen moment heerste er de soms wat gaperige sfeer van 'gewone' lessen.

## Conclusies en aanbevelingen

Het experiment is geslaagd: zonder het boek te gebruiken is met de hele groep enthousiast gewerkt. De inzet van het programma GEOCADABRA werd door de leerlingen positief gewaardeerd. Duidelijk is wel dat het ontwerpen van een digitale module tijdrovend is.

Jos Tolboom en Léon Tolboom


BUFA
FRUCTOSUM
BUFA



vrije Universiteit amsterdam



# Hoofdstuk 7

HiSPARC: meten kosmische straling

Europese Altran-prijs

HiSPARC : ervaringen van een scholier

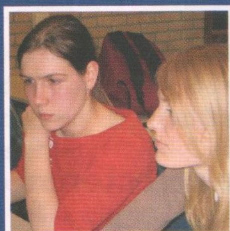
Profielwerkstuk: detector bouwen

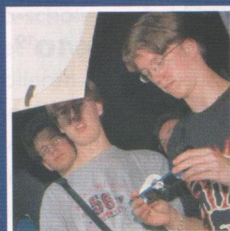
Leermethoden uit HiSPARC

Masterlab tijd: op bezoek bij de VU

Internationale prijs voor wetenschappers in de dop

Magneetzweeftrein, het winnende onderzoek Natuurkunde







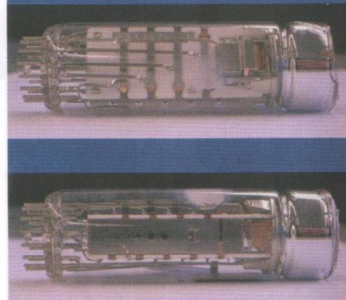
# HiSPARC

HiSPARC is een snelgroeiend project met een looptijd van jaren. Het aantal scholen dat in de omgeving van Amsterdam meedoet is inmiddels verdubbeld, ook andere universiteiten hebben zich aangesloten, het lesmateriaal is verder uitgebeid en de hulp bij het schrijven voor profielwerkstukken is geconcretiseerd. Maar misschien nog wel belangrijker: de eerste klapper voor het onderzoek is binnen. Op 4 februari 2005 is er in het Amsterdamse cluster een drievoudige coïncidentie geweest tussen de detectoren van het Nicolaas college, het Amsterdams Lyceum en het ROC Joke Smit. De energie van het invallende deeltje is geschat op 1,2 x $10^{19}$ eV. Dit is de hoogste tot dan toe! Voor de laatste stand van zaken verwijzen we graag naar de vernieuwde site:

**www.hisparc.nl**

# HiSPARC: scholieren meten kosmische straling

Scholieren van zeven middelbare scholen in en om Amsterdam doen sinds januari 2004 metingen aan kosmische straling boven de stad. Samen met wetenschappers van het Nikhef (Nederlands Instituut voor kernfysica en hoge energie fysica) en de Vrije Universiteit Amsterdam onderzoeken ze zeer energierijke deeltjes die de wetenschap voor een raadsel plaatsen. De benodigde detectoren staan op de daken van de scholen en zijn gekoppeld in een netwerk met de naam HiSPARC-Amsterdam; HiSPARC staat voor High School Project on Astrophysics Research with Cosmics. Voor sommige scholen heeft de VU de detector gefinancierd; andere scholen hebben hem zelf bekostigd. Ook in andere universiteitssteden doen scholen en universiteiten mee aan HiSPARC.



*Fotobuis*

Vwo-scholieren hebben de detectoren voor hun school zelf in elkaar gezet in het laboratorium van het Nikhef in de Watergraafsmeer. De scholieren zoeken naar (sub)atomaire geladen deeltjes die bovenin de atmosfeer met de energie van een tennisbal op zuurstof- en stikstofmoleculen botsen. Elke botsing veroorzaakt een sproeier van secundaire deeltjes die zich op aarde over een groot oppervlak verspreidt. Met tien tot vijftien detectoren op een gebied van 100 km$^2$ is deze sproeier goed waarneembaar. De detectoren staan op de daken van de scholen. Met een GPS-ontvanger houden de scholieren de plaats en het tijdstip van de waarnemingen precies bij. Via Internet gaan de data van alle detectoren naar een centrale computer op het Nikhef. De leerlingen kunnen al die gegevens via Internet opvragen en analyseren.

Tien jaar lang krijgt jaarlijks een nieuwe groep scholieren in de laatste klas van het vwo de kans om op deze manier aan echt natuurwetenschappelijk onderzoek mee te werken. Behalve in Amsterdam bestaan er meetnetwerken in Nijmegen, Utrecht, Leiden en Groningen; Nikhef coördineert het project.




# Europese Altran-prijs

*De deelnemers van het Sint Nicolaaslyceum bij hun detector*

Half juni won HiSPARC de jaarlijkse prijs ter waarde van een miljoen euro voor innovatie van de Altran Stichting in Parijs. Onderzoekers en journalisten kozen HiSPARC vanwege initiatieven rond het thema *Ontdekken, begrijpen en plezier beleven aan wetenschap*. Er waren meer dan 160 projecten genomineerd.

HiSPARC helpt de brug tussen onderwijs en onderzoek te overbruggen, aldus de jury. Leerlingen stappen over de drempel van universiteiten en onderzoekcentra in de rol van medewerker, in plaats van bezoeker, en krijgen zo een nieuwe kijk op wetenschap. Ze leveren een wezenlijke bijdrage aan het project en ontvangen daarvoor erkenning in de vorm van een diploma.

Een onafhankelijke jury van Europese onderzoekers en wetenschapsjournalisten riep tijdens een bijeenkomst in Parijs HiSPARC uit tot winnaar van de Altran-prijs 2004. De prijs bestaat uit een jaar lang technische, organisatorische en strategische ondersteuning ter waarde van een miljoen euro. Dat betekent een belangrijke versterking van de organisatie en biedt het vooruitzicht op een goede infrastructuur voor het detectorennetwerk.

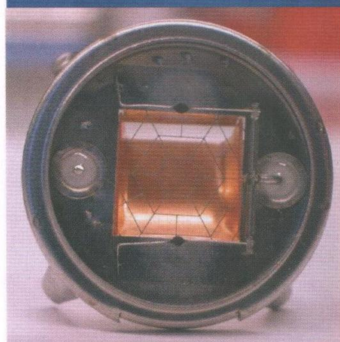
*www.hisparc.nl*

# HiSPARC in de praktijk: ervaringen van een scholier

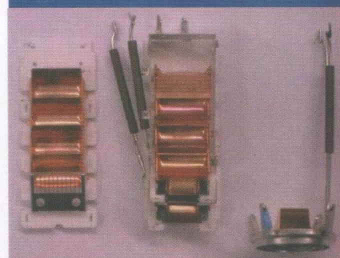
Door Loran de Vries

Vanaf juni 2003 was ik een van de zes vwo-leerlingen die als eersten in Amsterdam aan HiSPARC meewerkte. In Nijmegen was HiSPARC al eerder opgestart. Daar waren toen al detectoren operationeel. Utrecht, Groningen en Leiden volgden later.

We konden op verschillende manieren aan dit project meewerken. Je kon helpen bouwen aan de detector die op het schooldak kwam te staan. Daarnaast kon je de detector gaan beheren nadat hij geplaatst was. Bij dit laatste ging je ook echt metingen verrichten, terwijl de bouw meer praktisch van aard is. Je kon je ook bezighouden met het schrijven van stukken over de materie. Veel van de theorie over de kosmische straling is namelijk niet op middelbare-schoolniveau geschreven. Er waren verder mensen die software ontwikkelden om de resultaten te verwerken en enkelen die zich bezighielden met de publiciteit rondom HiSPARC. Bij het project stond het profielwerkstuk centraal: het afsluitende werkstuk voor het examen. Velen hebben deze kans dan ook gegrepen en hebben hun profielwerkstuk aan het project verbonden.



*Spinnenweb*

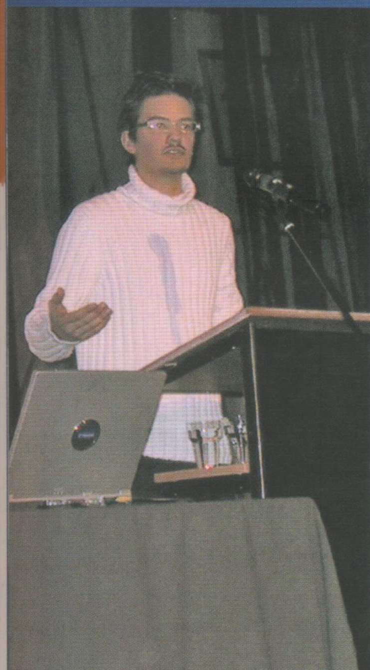


*Binnennkant fotobuis*

We konden natuurlijk ook aan meer dan één onderdeel meedoen. Ik vond het leuk om de detector te bouwen. Ook mijn profielwerkstuk is op HiSPARC gebaseerd. Hierin heb ik geprobeerd mijn verrichtingen rondom het project zo nauwkeurig mogelijk weer te geven. Bouwen is oké, maar het is ook fijn om te zien dat er resultaten van jouw detector komen en daarmee dan te gaan werken. Ik hoop dan ook in de toekomst bij het project betrokken te kunnen blijven.

## Waarom leuk?

Met HiSPARC kreeg ik de kans om mee te doen met een groots opgezet internationaal project. Het is dus niet zo dat je 'alleen maar' een of ander machientje in elkaar aan het zetten bent, waarmee vervolgens niets gebeurt. Eindelijk kon je echt onderzoek doen en was je minder

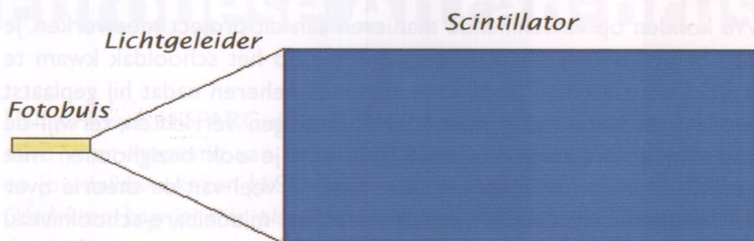


*Loran de Vries was als 6 vwo-leerling op het Amsterdams Lyceum een van de Amsterdamse scholieren die deelnamen aan HiSPARC.*
*Op bijeenkomsten van het project hield hij een presentatie over zijn ervaringen; daarop is dit artikel gebaseerd*

bezig om op te schrijven wat al talloze keren eerder is gedaan. Daarnaast maak je kennis met elektronica. Daar heb je altijd wat aan. Ik vind dat er op scholen nog altijd te weinig aan experimenten gedaan wordt, dus daarom was HiSPARC ook erg welkom. Vooral belangrijk is dat HiSPARC je helpt te oriënteren voor je uiteindelijke studiekeuze. Mensen met een bètapakket kunnen gemakkelijker hun keuze bepalen aan de hand van praktijkgerichte projecten zoals HiSPARC. Het project laat zien dat natuurkunde meer is dan het domweg aannemen van een formule en daarmee wat berekeningen uitvoeren.

## Concreet: wat deden we?

We hebben ons eerst ingelezen in het onderwerp. Dat was vrij pittig, hoewel het niet strikt noodzakelijk was voor het bouwen van de detector. We kregen te horen dat het wel de bedoeling was om drie weken lang iedere schooldag van 16.00 tot 20.00 uur te werken en een deel van het weekend zouden we er soms ook aan moeten besteden. Nou, dat viel reuze mee. Uiteindelijk hebben we vier middagen van 13.00 tot 18.00 uur gewerkt.




Je hebt twee detectoren nodig om de voor ons interessante muonen te kunnen meten. We deden dus alles tweemaal. We hebben allereerst een scintillator (een plaat die een lichtflitsje afgeeft wanneer er een geladen deeltje, zoals een muon, doorheen vliegt) ingepakt met hoogreflecterend aluminiumfolie. Daarna hebben we de plaat lichtdicht gemaakt met zwart plastic. Als we dat niet zouden doen, zouden we last hebben van licht en dan zouden de meetgegevens onbruikbaar worden. Op dezelfde manier werd de lichtgeleiderplaat ingepakt met aluminiumfolie en zwart PVC. Vervolgens lijmden we de lichtgeleider op de scintillator. Nu moest de fotobuis er nog op. Deze buis versterkt het signaal vele malen, zodat het kan worden uitgelezen. De fotobuis werd op een verbindingsstukje voor nog betere geleiding op de lichtgeleider geplaatst. Dat mocht écht niet misgaan, want dat zou een dure grap zijn geweest. Aan de fotobuis moesten wat draadjes gesoldeerd worden en de detector was klaar.
Naast het bouwen hebben we ook wat metingen verricht. Eerst snapte ik werkelijk niets van al die draden en apparaten, maar uiteindelijk was het ook weer niet zo moeilijk en ontdek je toch wel enige logica in het hele gebeuren. De metingen waren nodig om de karakteristieken van de detectoren te bepalen: iedere fotobuis is namelijk anders.

Tijdens het bouwen kregen we wel te maken met wat 'vage taal'. Er werd bijvoorbeeld gezegd: "Zie je nog niets? Draai de threshold dan maar even omhoog, en dan triggeren we dus op... Wat zegt de rate?" Eerst waren we een beetje overdonderd, maar als je op een gegeven moment dan vraagt wat ze bedoelen (moeilijk, want je wilt toch niet dom overkomen), leggen de wetenschappers alles uitvoerig uit.
Op enkele scholen staan nu detectoren. Voor het meten van showers zijn er tenminste drie sets detectoren nodig. Dit zal snel gaan gebeuren. Uiteindelijk gaan we er natuurlijk voor dat iedere school zijn eigen detector heeft!

## Fijn gevoel

Ik vond het een erg fijn project. Wat vroeger weg van school kan nooit kwaad natuurlijk, maar het was ook leerzaam en eigenlijk heel onbekend, dus best een uitdaging. Eindelijk iets boeiends! En wat betreft het profielwerkstuk: met HiSPARC kregen we een kans om met het werkstuk iets wezenlijks voort te brengen. Voor mij was het een prettig gevoel dat ik er echt iets mee gedaan had. HiSPARC liet mij de wereld van de natuurkunde zien, zoals ik die nog niet kende. Het project heeft mij, in combinatie met een enthousiaste set leraren, doen besluiten de opleiding natuur- en sterrenkunde aan de UvA te gaan volgen.

*Plaatsing van de detector op het dak van de school*



Door Bastiaan Hulsbos
en Philip Nijland

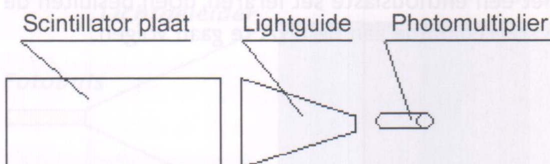
# Profielwerkstuk: Detector bouwen

Wij hebben meegedaan aan het HiSPARC-project. Met dit project wil men met behulp van detectoren te weten komen waar kosmische straling vandaan komt. Wij hebben voor ons profielwerkstuk zo'n detector gebouwd en getest. Het bouwen van de detector lijkt heel eenvoudig, maar het moet allemaal heel precies gebeuren om de metingen niet te verstoren.

Het bouwen van de detector bestond uit het lichtdicht aan elkaar verbinden van de scintillator-plaat (die een lichtpuls afgeeft als er een stralingsdeeltje op valt), de lichtgeleider en de photomultiplier. Deze hebben we met aluminiumfolie ingepakt en vervolgens met speciaal tape lichtdicht gemaakt: de apparatuur moet immers niet op daglicht reageren, maar alleen op lichtpulsen die ontstaan door invallende kosmische straling.



*Detector bouwen*




Vervolgens lijmden we de lichtgeleider, de scintilator-plaat en de fotomultiplier aan elkaar. Voordat we konden lijmen, mengden we de lijm. Vervolgens zetten we het bekerglas met lijm in een vacuümpomp, waarna deze zich helemaal vacuüm zoog. Hierdoor verdwenen de eventuele belletjes uit de lijm. Toen de lijm droog was plakten we de naden tussen de scintilator-plaat en de lichtgeleider en tussen de lichtgeleider en de fotomultiplier nog lichtdicht af met pvc-tape.

Voordat we de fotomultiplier aan de lichtgeleider hebben gelijmd hebben we hem eerst getest. Dat moest, omdat geen fotomultiplier hetzelfde is. We testten de fotomultiplier op verschillende hoogspanningen om te kijken met welke hoogspanning we de beste resultaten kregen. We sloten de fotomultiplier op een kastje waarmee we de threshold (drempelwaarde) konden instellen. Dat wil zeggen dat er alleen signalen naar de computer worden doorgegeven als ze boven een bepaald voltage zitten. Zo kun je de elektronische ruis die je opvangt wegfilteren, omdat die maar een heel laag voltage heeft vergeleken de kosmische straling waar het om gaat. Het kastje telt daarnaast het aantal keer dat de scintilator-plaat een deeltje opvangt dat de fotomultiplier vervolgens doorgeeft.

Het testen van de detector lijkt wel wat op het testen van de fotomultiplier. We sluiten de fotomultiplier weer op dezelfde manier aan. Ver-

volgens sluiten we de fotomultiplier opnieuw (alleen nu met scintillator platen er aan vast) op dat kastje aan. Op dit kastje sluiten we vervolgens de picokaart aan, die weer op de pc is aangesloten. Hierdoor kunnen we op het beeldscherm zien wat de detector allemaal opvangt.



*Deze foto's zijn afkomstig van de website van HiSPARC. Meer foto's staan op www.hisparc.nl*

Hisparc kreeg aardig wat aandacht in de media.




Logo van het samenwerkingsproject: HISPARC staat voor 'High-School Project on Astrophysics Research with Cosmics'

Noorderlicht Nieuws

# SCHOOLDAK RUIMTELAB

## SCHOLIEREN VANGEN SUPERDEELTJES MET SKIBOX

donderdag 15 januari 2004

**Vlakbij ons zonnestelsel moet er een ... zijn dat met scherp op ons schiet. Nu ... opeens onwaarschijnlijk energierijke dee... Amsterdamse natuurkundigen hebben de ... middelbare scholieren om het raadsel te ont...**



Scholieren installeren een detector in een skibox op het dak van de school. Het project gaat voorlopig tien jaar duren. (Foto: Hisparc)

Als het een beetje wil, krijgt ieder m... eentje op zijn hoofd. Een subato... lichtsnelheid vanuit het heelal ... zien, heeft de buitenaardse ... ruim driehonderd kilom... dat het object hoog ... als hij tegen luch... neerklettert, is ... muonen. E...

...er een paar keer in zijn leven ...tie is het, dat met bijna de ... Hoewel hij te klein is om te ...ie van een tennisbal die ...en dus maar goed ook ...stukjes uit elkaar valt, ... op uw hoofd ... elektronen en ... en andere ...el ...miljarden ...

De h... d...

V... Ve... lijkt o... Ruimte... totdat hu... zogeheten ... daar ruim bo...

Maar hoe astrono... lichtjaar of honderd... vinden. Beruchte dee... neutronensterren zijn v... twintigste elektronvolt aa... zoals die in Utah kunnen du... schatting ieder jaar boven iec... uit elkaar.

"Er zijn niet eens echte hypotheses ... vertelt fysicus Frans van Liempt van ... "Op wetenschappelijke conferenties ko... ander gek idee. Er zou een zwart gat in h... relativiteitstheorie zou bijstelling behoeven. ... probleem." Andere mogelijkheden zijn dat de ... door klonten donkere materie of door ontploffen... dimensies, in een soort mini-oerknal.

Vandaag openen ook de scholieren van zeven Amst... scholen de jacht op de mysterieuze superdeeltj... hebben groepjes zesdeklassers tijdens ... deeltjesdetectoren in elkaar ge... van de Vrije Universiteit ...

...en natuurlijke ... deeltjes: hoog ... deeltjes op ... oor licht uitzenden.

## Zaanse scholieren proeven aan de 'pure wetenschap'



Van onze verslaggever RIEN FLORIS

**ZAANDAM-Bij het Sint Michaël College in Zaandam weten ze dat er meer is tussen hemel en aarde. Dat we - terwijl we deze zin lezen - bijvoorbeeld worden gebombardeerd door honderden buitenaardse deeltjes. We worden bedolven onder een verzameling protonen, neutronen en elektronen.**

Iedere dag weer een douche van kosmische straling. Vanaf het schooldak gaan de scholieren dat meten. Pure wetenschap in een profielwerkstuk op de middelbare school.

Martin Kruiver uit Wormer (6 vwo) en Roel B... uit Assendelft (5 havo) hebben in het laboratorium van het Nederlands Instituut voor Kernfysica en Hoge Energie Fysica (Nikhef) een detector in elkaar gesleuteld ... gedaan samen met nog een aantal leerlingen, nog zes andere scholen en alles ... onder leiding van medewerkers van de Vrije Universiteit. Dat samenw...verband moet resulteren in een netwerk voor het High School Project on Astrop... Research with Cosmics. Het is een tien jaar durend project waarbij scholen in e... Amsterdam kosmische straling gaan meten.

Noordhollands Dagblad

**...computer**

...staat in het practicumlokaal van de school ziet er uit als een in zwart ... in een skibox waar een computer op wordt aangesloten. ...delen met fotoversterkerbuizen. „Daarmee meet je ... vanuit de kosmos binnenkomen. Deeltjes ... dampkring en geven een shower (dou... Met die plaat kun je zien hoe...

# Mysterieuze deeltje...

**HiSPARC, een project waarin scholieren kosmi... ten voor wetenschappelijk onderzoek, heeft ... voor Innovatie gewonnen.** Het project – dat wordt ... Instituut voor Kernfysica en Hoge Energiefysica – ... niet contant uitgekeerd, maar in technologisch ... consultancybedrijf Altran. Bob van Eijk, hoogle... versiteit Twente, een van de trekkers van het pro... meer leerlingen enthousiast maken voor de ...

**Wat houdt HiSPARC precies in?**

'In dit project proberen we hoog energe... kosmos onze dampkring binnenkomen. W...

Intermediair

Bob van Eijk: 'Wij ... avontuur is'

met een detect... een meetnet i... ningen volge...

**Waarom o...**

# Natuurkundedocent kan het da

Op een aantal dagen ken van middelbare scholen in Nederland staan sinds kort deeltjesdetectoren. Scholieren kunnen ze gebruiken voor een profielwerkstuk en het Nederlands Instituut voor Kern- en Hoge Energie Fysica (Nikhef) hoopt meer te... ren over deeltjes de ruimte.

Natuurwetenschap & Techniek



*Bart Braun*

de aula van het Amsterdams Lyceum
twee skiboxen met daarin deeltjes-
toren. We zijn aanwezig bij de offi-
gebruikname van de Hisparc-
en (spreek uit: *High Spark*). De
– afkomstig van zeven scholen
dam en omgeving – hebben
tectoren opgebouwd uit
en. Hisparc is een samen-
d tussen het Nikhef en
len.
-Willem van Holten
uit waar het om
continu gebom-
uit de ruimte.
on zijn de voor-
deeltjes", aldus
met name
rij. Daarna
regen va

MIDDELBARE SCHOLIEREN ONDERZOEKEN HOOG ENER

# Een kosmische douc

Bo...
geïnte...
tief hoge...
tronvolt), k...
ting van die ...
veranderd door
de aarde of het in...
veld. $10^{15}$ eV lijkt o...
niet zoveel – een met ...
...rrelnoot bezit

Deeltjesdetectoren
die scholieren met
schaar en plakband in
elkaar zetten, helpen
bij het oplossen van
één van de grote
...natuur-
raads...
k...

NRC Handelsblad



Eén van de leerlingen toont een onderdeel van een detector die zich in de skiboxen bevinden welke op het schooldak zijn geplaatst. Foto Rob Hendriks.

Mens en wetenschap

## HiSparc

Het Nederlandse scholierenproject HiSparc is samen met vijf andere Europese projecten genomineerd voor de Altran Foundation Award 2004. De prijs bestaat uit adviserende, technische en financiële ondersteuning voor een periode van een jaar tot een waarde van een miljoen euro. HiSparc (High School Project on Astrophysics Research with Cosmics) is een project waarbij middelbare scholen samen met wetenschappelijke instellingen een netwerk vormen om kosmische straling met een extreem hoge energie te kunnen meten. Deze mysterieuze deeltjes uit ... af en toe de Aarde en veroorzaken dan hoog ... ...nreacties, waarvan de secundaire deel... aardoppervlak bereiken. Op de daken van de sc... de scholieren zelf gebouwde meet-opstelli... den zijn via het internet. Samen met ... instelling in de buurt vormen zij... zijn er netwerken met de K... NIKHEF en de VU in A... mogelijkheid om... resultaten w... mysteri...

Door Rianne Lindhout

# Leermethoden voortgekomen uit HiSPARC



*Wel detectoren op het dak*

Het HiSPARC-project laat inmiddels aardig wat bovenbouwscholieren in Nederland kennismaken met natuurkundeonderzoek. Ze bouwen en beheren stralingsdetectoren, doen metingen en maken er profielwerkstukken over. Maar ook scholen die geen detector op het dak hebben, kunnen iets doen met HiSPARC. Iedereen kan immers kijken op www.hisparc.nl, waar theorie over de materie staat en waar duidelijk in beeld wordt gebracht wat de deelnemende scholieren doen. Docenten laten leerlingen naar de site surfen, stellen theorievragen over GPS, deeltjes en straling en laten ze berekeningen uitvoeren.

Voor het vak Algemene Natuur Wetenschappen bestaat inmiddels een module over het HiSPARC-project en kosmische straling, bestemd voor leerlingen in 4 en 5 havo/vwo. Er zijn zes paragrafen met theorie en vragen over lading, ioniserende straling en kosmische straling. Dat laatste is het hoofdonderwerp: hoe werd het ontdekt, wat is het feitelijk, wat merk je ervan en welk onderzoek wordt ernaar gedaan?

Voor 5 en 6 vwo-leerlingen die een profielwerkstuk over kosmische straling maken en eventueel ook voor het vak Algemene Natuur Wetenschappen ontwikkelde VU-student Hans Leppink onder begeleiding van ir. Frans van Liempt (coördinator van de docentengroep die via HiSPARC bij elkaar kwam en HiSPARC in het onderwijs willen integreren) de leermethode *HiSPARC - de ontdekking van de oorsprong van kosmische straling*. De methode, bestaande uit een tekstboek en een werkboek, moet leerlingen inzicht geven in en actief laten nadenken over wetenschapsbeoefening aan de hand van het onderzoek naar kosmische straling tussen 1785 en 1927. Actief nadenken betekent in dit verband dat leerlingen geen vaste oplossingsmethode leren, maar zelf stappen moeten bedenken om tot antwoorden te komen.

De bedoeling is dat leerlingen een idee krijgen van verschuivingen in het onderzoek naar kosmische straling wat betreft het aandachtsgebied van het onderzoek, de discussie tussen wetenschappers en de aanpak van het onderzoek. Er worden allerlei experimenten uit het begin van de twintigste eeuw beschreven. Omdat de conclusies van veel van die experimenten later onjuist zijn gebleken, moet de leerling actief betrokken zijn bij de leerstof: het is niet voldoende om alle teksten ter kennisgeving aan te nemen. Ook moet de leerling reflectievragen beantwoorden. Dat is niet gangbaar bij de huidige natuurkundemethoden. Bij die vragen doet de leerling een stapje achteruit en staat stil bij het leren.

# Masterlab Tijd: scholieren op bezoek bij de VU

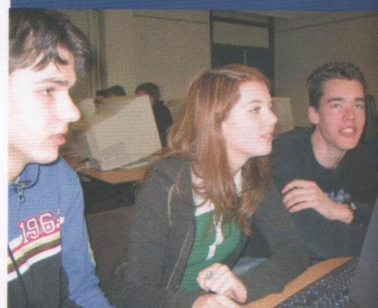
Door Anne Soldaat

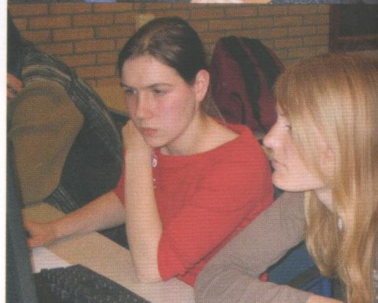
Kwart over negen 's ochtends schuifelen de eerste scholieren met hun rugzakken de tuinzaal van het Wis- en Natuurkunde gebouw binnen. Gerrie Rijnsburger van de Faculteit der Exacte Wetenschappen streept hun namen af. Het zijn vandaag voornamelijk 5 vwo'ers die meedoen, aldus Rijnsburger: "De zesdeklassers zijn nog aan het bijkomen van de examens." Bedeesd nemen de scholieren plaats aan tafels, de koffie en thee blijven onaangeroerd.

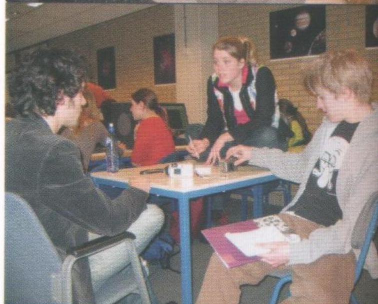
Het is een tropisch warme dag met een strakblauwe lucht en dat komt goed uit: het Masterlab Tijd staat in het teken van de 'Venusovergang': het bijzondere astronomische verschijnsel waarbij de planeet Venus als een zwarte speldenknop voor de zon langs schuift. Wolken zouden alleen maar roet in het eten gooien. De eerste scholieren hangen nu al uit de ramen om de zon te bekijken met de eclipsbrilletjes die ze bij binnenkomst hebben gekregen. Later deze dag zullen de scholieren met behulp van een echte telescoop de baan van Venus volgen en zullen ze zelf uitrekenen hoe zeldzaam de Venusovergang eigenlijk is. Tussendoor ontwerpen ze met behulp van een stemvork ook nog even een eigen tijdstelsel.

Wat brengt twaalf jongens en vijf meisjes uit vijf en zes vwo er toe om het MasterLab Tijd te volgen, terwijl ze ook lekker naar het zwembad kunnen gaan? Sjoerd reageert aarzelend: "Er werden bij ons op school flyers over het Masterlab uitgedeeld. Dat kwam wel goed uit, want ik moet nog een PWS (ProfielWerkStuk, AS) maken." Is het misschien de natuurkundeleraar die de scholieren warm heeft gemaakt voor deze dag? "Pfff, niet echt!", schampert Tim, "Wat een saaie pief is dat. Hij viert morgen z'n 40 jarig huwelijk – dan kun je wel nagaan hoe oud-ie is."

Guus Harms, student natuurkunde en coördinator van het Masterlab, is bij het groepje komen zitten en vertelt dat deelname aan het Masterlab voor de scholieren ook telt als onderdeel van het 'examendossier' en op die manier tien studielasturen oplevert. Is dat misschien ook een motief voor deelname? "Ik hou me niet zo met studiepunten bezig", zegt Joris, een 5 vwo'er met een bos krullen en grote heldere ogen achter een metalen brilletje, "ik ben hier omdat ik natuurkunde en astronomie leuk vind. Ik vind wetenschap sowieso leuk. In januari heb ik ook de masterclass Cryptografie van de VU gedaan." Joris heeft z'n carrièrepad al redelijk uitgestippeld: "Eerst Lucht- en Ruimtevaarttechniek studeren in Delft en dan naar het bedrijfsleven. Met die studie kun je overal terecht. De directeur van Philips heeft het ook gestudeerd."

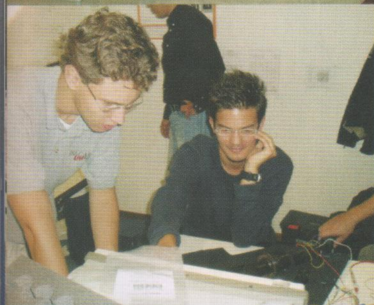






*Scholieren op de VU*





*Jongens en meisjes in het Masterlab*

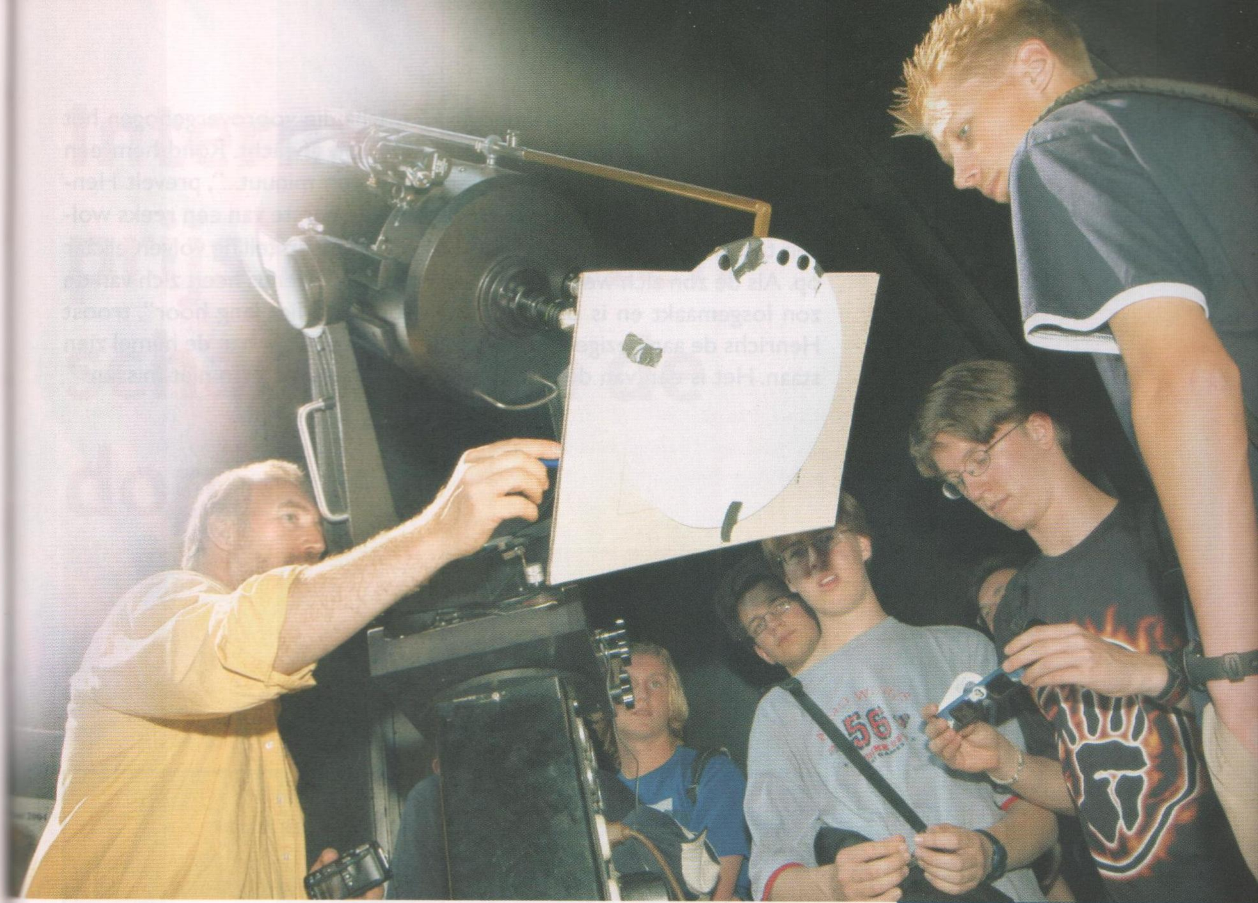
## Regen van zwavelzuur

Voordat de jongens en meisjes de handen uit de mouwen kunnen steken bij de Masterlab-practica, stromen ze samen in een zaal voor twee inleidende colleges over 'wetenschap & tijd'. In zijn verhaal zet VU-docent en onderzoeker Bernard Dam de beroemde astronoom Galileo Galileï neer als hét voorbeeld van wat een wetenschapper moet zijn: kritisch, vindingrijk en 'open-minded'. "Dankzij die eigenschappen was hij in staat het heersende wereldbeeld volledig op zijn kop te zetten", zegt Dam. Professor Daan Lenstra is achtereenvolgens filosofisch (wat is tijd?) en praktisch (hoe kunnen we tijd meten?). Midden in Lenstra's verhaal over het principe van de cesiumklok rijdt het ziekenhuiskarretje met koffie, thee en koek binnen. "Ha, tijd voor de inwendige mens", roept Lenstra. Na afloop van de colleges is deelnemer Tim vooral bijgebleven dat zaal S205 wel heel erg kaal en ongezellig was. Een beamer en een scherm, dat was het. Geen posters, foto's of iets anders om de zaal een beetje aan te kleden. "Wetenschap is een serieuze zaak", en hij lacht erbij.

Op weg naar de sterrenkoepel van de VU, een klim naar de zevende verdieping, wordt de stroom mensen langer. Ook de VU-gemeenschap laat zich de kans om de Venusovergang door een echte telescoop te bekijken niet ontgaan. Bij aankomst staat er dan ook een heuse rij. Gelukkig hebben de Masterclassers voorrang en nieuwsgierig dromt de groep samen rond het vel wit papier waarop de sterrenkijker de zon heeft geprojecteerd. Venus beweegt met een snelheid van een centimeter per kwartier over het papier. Sterrenkundige Huib Henrichs vertelt over wat hij zelf noemt "a twice in a lifetime experience": "Ik hoop de volgende overgang ook nog mee te maken: die is in 2012. Maar daarna duurt het tot 2117 voor het weer zo ver is..." Of we als mens ook nog eens op Venus zullen landen, vraagt iemand. "Ik zou het niemand aanraden", lacht Henrichs, "Het is er 750 graden Celsius, de luchtdruk is er 100 keer zo groot als op aarde en het regent er druppels zwavelzuur. Niet echt mijn idee van een lekkere vakantie!" Dan is het tijd om de volgende groep naar boven te laten komen. "Zorg dat je hier weer rond enen bent", roept Henrichs de vertrekkende scholieren na, "dan loopt Venus van het zonneoppervlak af en dat geeft een fantastisch druppeleffect. Ook kun je dan heel goed de atmosfeerkring rond de planeet zien!"

## Wolken

Met kartonnen pizzadozen op schoot wordt er geluncht in de zonovergoten tuin van het Wis- & Natuurkundegebouw. Een mooi moment om de forse en goedlachse Lianne aan te schieten, een van de vijf meisjes die vandaag meedoen. Raakt ze niet geïntimideerd door die exacte mannenwereld? "Echt niet! Als het om natuur- of wiskunde gaat doe ik niet voor jongens onder, hoor!" Lianne zit nog in vijf vwo, maar ze is er al helemaal uit: natuurkunde studeren in Groningen ("want daar hoef je pas in het tweede jaar te kiezen tussen 'gewone' of 'technische'



De overgang van Venus volgen in het masterlab (foto: Yvonne Compier)

natuurkunde") en dan 'iets met ruimtevaart', net als haar vader. "Eerst wilde ik bouwkunde in Delft gaan doen, maar daar hebben ze me bij de open dag wel van af geholpen – veel te creatief die gasten daar!" Ze is namelijk, zoals ze het zelf noemt, een 'no-nonsense type'… "Er is nog pizza!", schalt het door de tuin. "Ik niet", zegt Lianne, "Wel lekker hoor, maar ook super-vet!"

Bas heeft een beugel. Dat is niet erg, maar het maakt pizza eten en praten wel moeilijk. Het duurt dan ook even voor hij antwoord geeft op de vraag of er op zijn school al over astronomie was verteld. "Jawel, maar niet genoeg. Ik ben zelf gaan zoeken op het Internet. Ik hoorde vandaag dingen waarover we op school nog nooit hebben gesproken, maar die me wel bekend voor kwamen." Alleen op het einde van het werkcollege over de Venusovergang raakte Bas de draad kwijt.. "Dat was volgens de professor helemaal niet erg", zegt hij. Bernard Dam, onderzoeker en VU-docent, herkent dat wel: "Sinds de invoering van het studiehuis op de middelbare school merk ik dat de ontwikkeling, zeg maar het basisniveau, van de eerstejaars sterker uiteenloopt dan vroeger. Dat komt omdat er in het studiehuis een groter beroep wordt gedaan op de zelfstandigheid van leerlingen. En de ene leerling benut die ruimte om zelf dingen te ontdekken meer dan de ander. Het is duidelijk dat het Internet daarbij een grote rol speelt."

Het is bijna één uur en met de pizza-slices nog in de hand begint de groep weer aan de klim naar de sterrenkoepel. In de koepel is het nog voller en warmer dan 's ochtends. Fijne zweetdruppeltjes bedekken

het voorhoofd van sterrenkundige Henrichs die voorovergebogen het moment dat Venus zich losmaakt van de zon afwacht. Rond hem een haag van gebogen ruggen. "Nog ongeveer een minuut...", prevelt Henrichs. Dan, alsof het afgesproken is, schuift de eerste van een reeks wolken tussen de aarde en de zon. Kreten van teleurstelling volgen elkaar op. Als de zon zich weer laat zien is het te laat – Venus heeft zich van de zon losgemaakt en is onzichtbaar geworden. "Niet lang hoor", troost Henrichs de aanwezigen, "vanavond kun je hem weer aan de hemel zien staan. Het is een van de helderste sterren - je kunt hem niet missen!"



**Masterclasses zijn aansluitingsmodules voor leerlingen in de bovenbouw van het vwo. Door de masterclass maken de leerlingen kennis met onderdelen uit een opleiding. De leerlingen krijgen onderwijs en doen daar zelf actief aan mee. Vooral in de bètawetenschappen zijn de masterclasses de afgelopen jaren succesvol geweest; veel leerlingen die geïnteresseerd zijn in de bètawetenschappen komen af op de speciaal voor hun opgezette modules. Vanwege de grote belangstelling worden sommige masterclasses meerdere keren per jaar aangeboden, zoals de masterclasses Wiskunde, Medicijnen op Maat, Chemie en misdaad, Bedrijfswiskunde en Informatica en Kunstmatige intelligentie.**

# Internationale prijs voor wetenschappers in de dop



*Adriaan Kleinhout en Ward Stolk*

**Op de jaarlijkse International Conference of Young Scientists (ICYS) van 2003 wonnen Adriaan Kleinhout en Ward Stolk van het Corderius College in Amersfoort de eerste prijs van het onderdeel Natuurkunde.**

International Conference of Young Scientists is een competitie voor veertien- tot achttienjarige scholieren uit allerlei landen ter wereld. Zij moeten in tien minuten een Engelstalige presentatie geven van het onderzoeksrapport dat ze gemaakt hebben over Doppler-effecten, natuurkunde, wiskunde, informatica of milieu/ecologie. Universiteiten dragen de leerlingen voor, nadat ze een voorrondewedstrijd hebben gehouden. Een internationale jury bepaalt wie bij elk van de vier onderwerpen wint.
In 2003 vond de conferentie plaats in de Tsjechische plaats Kladno. Er deden 83 scholieren uit vijftien landen mee, waarvan elf Nederlanders. Vijf Nederlanders wonnen een prijs, waaronder Adriaan Kleinhout en Ward Stolk van het Corderius College in Amersfoort, die de Vrije Universiteit had voorgedragen. Ze wonnen de eerste prijs Natuurkunde.

# Magneet-zweeftreinen

Magnetische zweeftreinen worden goedkoper als je het *Inductrack*-principe voor het zweven combineert met het *Coil Gun* concept voor de voortstuwing. Adriaan Kleinhout en Ward Stolk onderzochten of er met deze combinatie een werkzaam model is te maken.

*Inductrack* is een passieve zweefmethode waarbij gebruik wordt gemaakt van een *Halbach Array*. Dit is een pakket magneten, zo geordend dat langs de onderkant van het pakket de magnetische inductie volgens een sinus verandert en langs de bovenkant vrijwel nul is. Als het boven een reeks spoelen beweegt, dan oefent het geïnduceerde magnetische veld in de spoelen een liftkracht op deze *Halbach Array* uit.

De scholieren vulden realistische parameters in, gekozen op grond van hun eigen onderzoeksresultaten. Daarmee berekenden ze dat het voorgestelde model blijft zweven zolang het sneller dan 1,3 meter per seconde beweegt. Een zelfgemaakt *array* van 1,6 $dm^2$ ondervond bij die snelheid een liftkracht van 490 N.

Voor de voortstuwing gebruikt men het *Coil Gun* principe: een magneet beweegt langs de hartlijn van een reeks spoelen als er een elektrische stroom met een goede timing door de achtereenvolgende spoelen loopt. Kleinhout en Stol bekeken enkele aspecten van deze voortstuwing in deelonderzoeken en ze concludeerden dat het voorgestelde model kan werken.

*Adriaan en Ward (links) met hun eerste prijs bij ICYS*



# Index

## Profielwerkstukken



## Wedstrijden



## LOB



## Praktische opdrachten

## Masterclasses



## Exo (Eigen eXperimenteel Onderzoek)



## Colleges



## Artikelen

## Lesmateriaal



## Bijeenkomsten



## Impressies leerlingen



## Impressies docenten

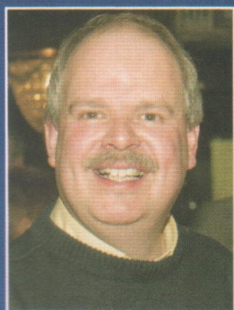


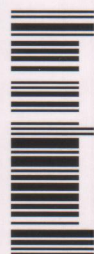
Foto: A. Bonis

Jan Marijnissen is als wetenschappelijk medewerker verbonden aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (FNWI) van de Radboud Universiteit Nijmegen. Hij is werkzaam op de afdeling Onderwijszaken, met name als coördinator bij het exo-steunpunt en medewerker bij het Instituut voor Leraar en School (ILS) van de Radboud Universiteit Nijmegen. Hij is tevens auteur van de Interactieve Flora van Nederland en Vlaanderen (Natuurmonumenten, Malmberg), de Flora van de Lage Landen (Tirion) en de ANWB Floragids. Onder zijn redactie zijn vijf afleveringen van het Van Melsen Prijs en International Conference for Young Scientists jaarboek en 15 jaargangen Bio-Aktueel verschenen. Hij is mede-auteur van het fotoboek 'Impressions'.










ISBN 90-810040-1-8